البيانات والمعلومات المكانية وتقنيات تحويلها إلى هيئة رقمية

د. محمد بن عوض العمري

قسم الجغرافيا – كلية الآداب

جامعة الملك عبدالعزيز

ص ب: ٨٠٢٠٢ جـــــــدة: ٢١٥٨٩

Email: moamri@hotmail.com

ملخص:

يعتمد نجاح واستمرار نظم المعلومات الجغرافية، إلى حد كبير، على نوعية وكفاءة البيانات والمعلومات المكانية التي تشكل العصب الرئيسي والجزء الحيوي لأي نظام. وتعد مرحلة بناء قاعدة بيانات النظم الجغرافية من العمليات الحساسة التي تؤكد الدراسات والخبرات العملية على تأثيرها في النجاح المستقبلي والإستمرارية للنظام. هذه العملية تتصف بكونها مكلفة وشاقة وتستهلك ما بين ٧٠ إلى ٨٠% من التكلفة المادية والوقت اللازم لإعداد النظام وتهيئته للعمل.

إن طرق إدخال البيانات إلى الكمبيوتر تختلف وتتنوع حسب نوعية البيانات، والهيئة التي توجد عليها، وكذلك حسب تركيبة وتنظيم هذه البيانات داخل الكمبيوتر. ومن المسلم به فإن عملية بناء قاعدة بيانات، في المقام الأول، أو تحديث محتواها يتطلب توفر البيانات والمعلومات الملائمة أولاً؛ ثم استخدام الطريقة والوسيلة المناسبة لتهيئتها ونقلها إلى قاعدة البيانات داخل الكمبيوتر.

لقد تطورت وتنوعت طرق ووسائل نقل المعلومات المكانية من هيئتها ومصادرها الأصلية إلى داخل الكمبيوتر وإلى قواعد بيانات نظم المعلومات الجغرافية تحديداً، وحظيت باهتمام كبير خاصة من قبل الباحثين وكذلك الشركات المتخصصة للوصول إلى أفضل الطرق في وقت قصير وبجهد وتكلفة أقل، مع الحفاظ على دقة المعلومة وأيضا على كمالها وصحتها. هذه الدراسة تهدف إلى إلقاء الضوء على مصادر وخصائص البيانات المكانية، ومن ثم مناقشة الطرق والوسائل المستخدمة لإدخالها إلى الكمبيوتر حسب نوعيتها وأنواعها وبنائيتها داخل قاعدة البيانات، مع التركيز على الطرق اليدوية والآلية وكذلك شبه الآلية.

Spatial Data and Methods of Conversion to Digital Form

Abstract:

To a large extent, the success and continuity of Geographic Information Systems (GIS) depend on the quality of spatial data and information, which in turn form the backbone and lively part of any GIS. Being a sensitive and critical process and due to its influence on the performance of GIS, the creation phase of GIS databases has been emphasized by numerous studies and practical experiences. This process is characterized by being costly, laborious, and lengthy. In fact, almost all research studies indicate that between 70% to 80% of resources and time are devoted to data collection and preparation for any GIS.

The methods of getting data into computers or databases vary according to data types, existing formats, and the way data will be represented inside a computer. For the creation of databases for the first time or updating of their content, the data and information required, needless to say, should be available first. Then, suitable methods and techniques are used for the preparation and transferring of such data into computers or databases.

Different methods and devices utilized for transferring data and information from their original format into computer readable ones have developed and revolutionized. These methods have attracted the attention of specialized users as to reach the best possible way in terms of cost, performance and time while maintaining the accuracy, correctness, and completeness of data. The goals of this study are to shed light on data sources and their characteristics. Followed by discussing different methods and devices used for entering such data according to their types and structures into computers. This study, however, paid certain attention to manual, semi-automatic, and automatic digitizing.

مقدمة:

يعترض عملية تحويل البيانات والمعلومات المكانية من مصادرها التقليدية التناظرية Analog Sources، كالخرائط الورقية و الصور الجوية وغيرها، إلى الهيئة الرقمية Digital Form كثير من الصعوبات والمعوقات مما يجعل هذه العملية واحدة من أكثر مراحل بناء وتحديث محتوى نظم المعلومات الجغرافية استهلاكا للوقت والجهد والمال. ومما يزيد من صعوبة وتعقيد هذه العملية توفر معظم البيانات المكانية، خاصة القديمة منها، في هيئة غير رقمية وهذا بدوره يشكل عقبة أمام الجهات والهيئات التي تضطر أن تبدأ في بناء وإنشاء قواعد بيانات أنظمتها المعلوماتية من الصفر بدلا عن تحديثها. هذا الأمر لا يتوقف عند مستوى الهيئات أو المنظمات، بل يتعدى ذلك إلى البيانات والمعلومات على مستوى الدول حيث نجد معظم أو كل الخرائط الوطنية، بما في ذلك الطبوغرافية والتفصيلية، لكثير من الدول في أنحاء متفرقة من العالم لازالت غير رقمية وذلك إما نتيجة لتأخر هذه الدول في المضي نحو التحول إلى البيانات الرقمية، أو لعدم البدء في تبني مثل هذا التوجه أصلا لأسباب متعددة. من جهة أخرى قد تكون الخرائط والمعلومات المكانية الوطنية لهذه الدول، بعضها أو كلها، موجودة لدى الجهات الرسمية في هيئة رقمية ولكن لا يوجد هناك آلية معينة تنظم استفادة الجهات المختلفة حكومية كانت أو غير ذلك، من هذه البيانات والمعلومات في شكلها الرقمي، وسواء كانت هذه الاستفادة عن طريق المشاركة Data Sharing أو التبادل أو البيع أو غير ذلك. كذلك فبالإضافة إلى كونها غير رقمية، فإن قدم معلومات هذه الخرائط صفة مشتركة بين كثير من دول العالم.

لقد تطلب الانتشار الواسع في تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية Geographic Information Systems GIS، والاتجاه العام إلى استخدام الحاسب الآلي في كل من مجال الخرائط الآلية Automated mapping، وكذلك في التحليل المكاني Spatial Analysis والتطبيقات الجغرافية المتنوعة إلى ضرورة استخدام البيانات والمعلومات الرقمية أو تحويل غير الرقمي منها وإدخالها إلى الكمبيوتر في هيئات معينة قبل أن يقوم الكمبيوتر بأداء الوظائف المطلوبة عليها. لهذا فإن عملية إدخال البيانات إلى الكمبيوتر، مهما اختلفت وتنوعت وسائل وطرق الإدخال، تهدف بكل بساطة إلى تحويل هذه البيانات والمعلومات إلى هيئة رقمية وإدخالها إلى الكمبيوتر في ملفات ذات بنائية File Structure معينة تمكن الكمبيوتر من التعرف عليها والتعامل معها.

مما سبق نجد أن هناك حاجة متزايدة وملحة للبيانات والمعلومات المكانية في هيئتها الرقمية، وهذا ما يؤكده (Armenakis, 1998) من أن كثير من المؤسسات الخرائطية تتجه إلى الطرق والوسائل الرقمية لإنتاج وتحديث الخرائط وقواعد البيانات لمقابلة الطلب الحالي والمستقبلي على المعلومات الطبوغرافية الحديثة

والمتكاملة والدقيقة. ولكن، بالرغم من كل هذا للأسف، نجد أن هذه البيانات غير متوفرة بهذا الشكل وان وجدت فإن الحصول عليها أما أن يكون غير ممكنا بسهولة، أو أنها باهضة الثمن. هذا إضافة إلى ما قد تشتمل عليه هذه البيانات والمعلومات من مشاكل فنية قد لا يدركها المستخدم العادي. هذه الأسباب وغيرها فرضت على المستخدم، سواء على المستوى الفردي أو على مستوى الجهات والمؤسسات، القيام بتحويل البيانات والمعلومات المطلوبة إلى هيئة رقمية باستخدام الطرق والوسائل المتاحة والملائمة، أو على الأقل معرفة الطرق التي تمت بها عمليات جمع هذه البيانات أو تحويلها إلى هيئة رقمية وما يمكن أن تتطلبه هذه العملية من معايير أو تتعرض له من عوائق.

إن عملية تحويل البيانات والمعلومات إلى هيئة رقمية وإدخالها إلى الكمبيوتر تتطلب من القائم بها الإلمام بعدد من الجوانب الفنية والنوعية، من أجل الوصول إلى بيانات رقمية ذات جودة نوعية ودقة عالية يكون لها الأثر الإيجابي على كل عمليات التحليل والتطبيقات اللاحقة. كذلك فإن مصادر البيانات والمعلومات وخصائصها وطرق تمثيلها وما يرتبط بذلك من جوانب فنية ومفاهيم علمية هي من الأمور الهامة التي يجب ان يدركها مستخدمي ومشغلي برامج نظم المعلومات الجغرافية وكذلك العاملين في مجال الخرائط عموما.

مشكلة البحث والإطار الموضوعي:

تتناول هذه الدراسة موضوعين رئيسيين لهما ارتباط وثيق ببعضهما وهما البيانات الجغرافية؛ وطرق ادخالها إلى الكمبيوتر. تتصف البيانات الجغرافية بأهمية كبرى في نظم المعلومات الجغرافية، ومع ذلك فهي مهملة تماما في معظم، أو في كل دول العالم النامي. كذلك فإن عدم توفر البيانات من مصدر ما يحتم اللجوء إلى مصدر آخر قد لايكون هو المثالي أو في الهيئة المثالية. ومن هنا فإن التركيز في الجزء الأول من هذا البحث ينصب، بشكل مختصر جدا، على مناقشة مصادر البيانات وخصائصها وأهميتها وطرق جمعها وذلك كمدخل للجزء الرئيسي الآخر من البحث. في الجزء الثاني من البحث أعطت الدراسة مجالا أوسع لمناقشة طرق إدخال البيانات إلى الكمبيوتر من خلال التركيز على وسيلتين رئيسيتين من وسائل تحويل البيانات المكانية من هيئتها التقليدية إلى الهيئة الرقمية. هاتين الوسيلتين هما: الأرقمة اليدوية Manual Digitizing بنوعيها: الأرقمة باستخدام المرقمة، والأرقمة باستخدام الشاشة؛ والأرقمة الأوتوماتيكية Scanning Digitizing or Automatic Digitizing. هذا بالإضافة إلى الأرقمة شبه الآلية Semi-Automatic Digitizing. هذين الموضوعين، البيانات الجغرافية وطرق ادخالها إلى الكمبيوتر، من خلال إرتباطهما ببعضهما لهما تأثير على بعضهما الآخر. فربما كانت البيانات ذات نوعية جيدة، ولكن إدخالها إلى الكمبيوتر تم

بطريقة غير صحيحة أو غير دقيقة. أما إذا كانت البيانات ذات نوعية غير جيدة فلن تحسن طرق الإدخال من هذه النوعية مهما بلغت تقنيتها أو دقتها.

من خلال تحديد الإطار الموضوعي للدراسة، كان لابد من التفريق بين الوسائل التي نوقشت في هذه الدراسة، وبين عمليات وطرق استخلاص الظواهر بشكل أوتوماتيكي Automatic Feature Extraction Methods. هذه العمليات تهتم بمحاولة استخلاص ظواهر معينة (الطرق والمباني بشكل خاص) من الصور الجوية والصور الفضائية بشكل أوتوماتيكي كامل وذلك عن طريق تقنيات وخوارزميات Algorithms كمبيوترية خاصة. هذه التقنيات لها ارتباط وثيق بعلوم الكمبيوتر وتطبيقاته، ومن ذلك (Computer Vision, Image Understanding, Pattern Recognition, Image Processing, Artificial Neural Networks, Knowledge-Based Systems, etc)، ومع ذلك فإن هنالك محاولات لتطبيقها في علوم الخرائط ونظم المعلومات الجغرافية حيث بدأت محاولات تجريبها مع الفوتوجرامتري الرقمية. هذه الطرق لازالت في مراحل البحث والتجريب العلمي، ولازالت في مجملها غير عملية و لم تدخل حيز التطبيق العملي بعد. وعليه فإن التركيز في هذه الدراسة هو على الطرق الأوسع انتشارا وهي الطرق العملية المستخدمة واللازمة لتحويل البيانات المتوفرة في هيئة غير رقمية إلى الهيئة الرقمية.

أهمية البحث:

تعد البيانات والمعلومات الجغرافية الرقمية بمثابة العمود الفقري لنظم المعلومات الجغرافية. بل إنها وكما يصفها أحد الباحثين، تمثل دم نظم المعلومات الجغرافية Blood of GIS الذي يجري في أوردة برامجه وأجهزة جسمه (Clarke, 1997). كذلك فانه مع وجود الكم الهائل من البيانات والمعلومات، وكذلك تنوع مصادرها، و تزايد الطلب عليها، والسرعة المطلوبة في اتخاذ القرار؛ إضافة إلى ازدياد استخدام نظم المعلومات الجغرافية أصبحت عملية تحويل أو إدخال البيانات إلى قواعد بيانات نظم المعلومات أو تحديثها تتطلب أن تتم بشكل سريع وبطرق صحيحة. من جهة أخرى نجد مشاكل عدم توفر البيانات وعدم الإهتمام بها تعد من العوامل التي تساهم في عدم تطور نظم المعلومات الجغرافية في الدول التي تعاني من هذه المشاكل.

ومما لا شك فيه فإن هذه البيانات تتناقص أهميتها وفعاليتها إذا لم تتصف بالدقة والحداثة والاكتمال. والسبب في ذلك، كما يشير (Ramirez, 1996)، يعود إلى أن البيانات القديمة أو غير المكتملة أو تلك ذات النوعية الرديئة لها تأثير سلبي على نتائج التحليل. من ناحية أخرى نجد أن أهمية البيانات ودورها مرتبط

كذلك بمرحلة جمعها وإدخالها إلى الكمبيوتر والطرق والوسائل المستخدمة في ذلك، حيث أن أخطاء هذه المرحلة ستتضاعف أثناء المعالجة ويمتد هذا التأثير حتى تصل مرحلة إظهار النتائج وبالتالي يكون اتخاذ القرار في مثل هذه الحالة مبنيا على بيانات تشوبها الأخطاء. بعض من هذه الأخطاء قد تكون واضحة، والبعض الآخر لابد من بيانه والتنبيه عليه خاصة لغير المختصين. لذلك نجد أن هناك اهتمام كبير بالبيانات والمعلومات وطرق جمعها ووسائل إدخالها إلى الكمبيوتر ضمن برامج نظم المعلومات الجغرافية أو البرامج الرسومية الأخرى. ولا عجب في ذلك خصوصا عند معرفة المحاولات الهائلة والجهود المستمرة ليس لأتمتة وسائل جمع المعلومات وإدخالها إلى الكمبيوتر وحسب، وإنما لأتمتة عملية استخلاص المعلومات Automatic Feature Extraction من مصادرها المختلفة وذلك لمحاولة القضاء أو الحد من المشاكل المرتبطة بعمليات جمع وتحويل وإدخال البيانات إلى الكمبيوتر.

إضافة إلى أهمية البيانات المكانية وخصائصها كأحد مكونات نظم المعلومات الجغرافية، فإن أجهزة ووسائل إدخال و إخراج البيانات (مثل المرقمة، الماسح الضوئي، لوحة المفاتيح، الطابعات والراسمات) وغير ذلك هي أحد العناصر الرئيسية لتشغيل نظام معلومات جغرافي فعال (Heywood et al., 1998). وبالتالي فإن مناقشة بعض من الجوانب الفنية لوسائل إدخال البيانات بهدف الوصول إلى الأسلوب الأمثل لاستخدامها له فوائده وأهميته كذلك.

من ناحية أخرى، نجد أن كثيراً من المفاهيم والجوانب التقنية في هذه الدراسة هي أقرب ما تكون لعلوم الحاسب الآلي وتطبيقاته، وبالتالي فهي تكاد تكون جديدة بالنسبة للمتخصص في علم الجغرافيا على وجه التحديد. ونظرا لاحتياج الجغرافي، مثله في ذلك مثل كل من يهتم بعلوم الأرض، إلى الخرائط والصور الجوية والفضائية، فانه يحتاج كذلك إلى معرفة الطرق الأمثل والوسائل الأفضل لاستخدام مثل هذه التقنيات والتعامل معها. من هنا نجد أن معرفته بكيفية إدخال البيانات والمعلومات إلى الكمبيوتر والوسائل المستخدمة في ذلك تعطي هذه الدراسة بعدا آخر من الأهمية.

أهداف البحث:

يهدف هذا البحث إلى مناقشة وعرض بعض من الجوانب الهامة للبيانات المكانية وطرق نقلها إلى الكمبيوتر من وجهة نظر مختصة إلى العاملين في مجال نظم المعلومات الجغرافية، وإلى غير المختصين في هذا المجال والمبتدئين بالدرجة الأولى. هذا ويمكن تلخيص أهم أهداف البحث فيما يلي:

- رفع مستوى الوعي الخرائطي، فيما يتعلق بأهمية البيانات الجغرافية وطرق إدخالها إلى الكمبيوتر، لدى القارئ والمستخدم العربي خاصة في ظل عدم تناول مثل هذه المواضيع بشكل موسع.
- بيان أنواع ومصادر البيانات المكانية والتأكيد على أهميتها كأحد أهم عناصر نظم المعلومات الجغرافية، وبالتالي أهمية مرحلة إدخالها إلى الكمبيوتر وتأثير ذلك على نتائج التحليل.
- توضيح الجوانب الفنية المرتبطة بطرق جمع البيانات من مصادرها، ووسائل تحويلها إلى هيئة رقمية داخل الكمبيوتر.
- التعرف على أنسب الطرق لنقل البيانات إلى الكمبيوتر حسب نوعية البيانات والهدف منها، وكيفية تمثيل هذه البيانات داخل الكمبيوتر.
- التعريف بعملية المسح الضوئي وببعض المفاهيم والجوانب التقنية الخاصة بالمسح الضوئي للصور والخرائط، وكذلك أنواع الماسحات وأنسبها لمسح الخرائط.
- ابراز مظاهر التغير والتحول الذي طرأ على طرق ووسائل نقل البيانات من خلال الإتجاه إلى الأسلوب الرقمي وتأثير ذلك على الوقت والجهد والتكلفة.
- محاولة التعرف على الإتجاهات الحديثة في جمع البيانات، وكذلك وسائل وطرق نقلها إلى الكمبيوتر.

البيانات والمعلومات الجغرافية: مصادرها، خصائصها، وطرق جمعها:

بالرغم من أن مصطلحي البيانات والمعلومات يمكن استخدامهما مع نظم المعلومات الجغرافية خاصة لتعني نفس الشي تقريبا، الا أن هناك من يفرق بينهما، ومنهم (Heywood et al., 1998)، بحيث تُعرَّف البيانات على أنها الملاحظات التي يتم جمعها عن العالم الحقيقي وذلك في شكل حقائق وإثباتات؛ أما المعلومات فهي المحصلة لعمليات معالجة هذه البيانات.

تلعب البيانات والمعلومات الجغرافية دورا هاما في نجاح أي نظام معلومات جغرافي، وهي بهذا تمثل أهم عنصر في هذه الأنظمة إضافة إلى كونها أكثر أجزاء هذه النظم ديناميكية وتكلفة. كذلك فإن أهمية البيانات والمعلومات ليست فقط خاصة بالتطبيقات و إعطاء الحلول ودعم صناعة القرار، بل إن مشاكل البيانات تعتبر أحد العوامل التي تساهم في بطء تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في كثير من الدول النامية. من هذا المنطلق يجب أن تُعطى البيانات والمعلومات المكانية أهمية تفوق تلك التي غالبا ما تُعطى للبرامج والأجهزة. وهذا الشي يتأكد عندما نعلم أن البرامج والأجهزة لا يمكن أن تُكوِّن بمفردها نظام معلومات جغرافي كما يشير لذلك (Dorling and Fairbairn, 1997). كما أن مسألة توفر البيانات تعد من المشاكل التي تؤرق كثير من المؤسسات التي تعمل في هذا المجال. فلو نظرنا إلى توفر البيانات في العالم العربي بشكل عام وفي المملكة

العربية السعودية بشكل خاص لوجدنا أن كل هذه الدول، وبدون استثناء، تعاني من مشاكل البيانات. ويأتي على رأس هذه المشاكل عدم توفر البيانات بالشكل المطلوب حتى عن طريق الشراء؛ حتى وان توفرت البيانات فإنها غالبا ما تكون غير متاحة، والمتاح منها يعاني من مشاكل عدم الدقة وعدم الحداثة وكونه في هيئة غير رقمية. كل هذه الصفات تنعكس سلباً على مستخدمي نظم المعلومات الجغرافية حيث يؤدي بهم الأمر إلى الاتجاه إلى جمع ما يحتاجونه بأنفسهم وذلك عن طريق جمع البيانات الأولية الأساسية، أو البيانات الثانوية من الخرائط والمصادر الأخرى. هذا العمل، لا شك، يستغرق من المستخدم الكثير من الجهد والوقت والمال سواء تم جمع هذه المعلومات في هيئة رقمية من البداية أو عن طريق تحويل ما هو متوفر إلى هيئة رقمية؛ وسواء كان هذا الجمع للتحديث أو لإنشاء قاعدة بيانات جديدة. من ناحية أخرى، فإن الأمر لا يتوقف عند توفر البيانات والمعلومات وجسب، ولكن القدر الأعظم منها يتصف بالديناميكية والتغير وهذا ما يضيف بعدا آخر لمشكلة البيانات وهو ما يتعلق بتحديثها. وعلى الرغم من أنه لا يمكن معالجة كافة جوانب موضوع تحديث البيانات في هذا البحث، فانه يجب التأكيد على أن جمع المعلومات ليس غاية في حد ذاته وإنما إبقاؤها حديثة هو الأمر الهام. في هذا الصدد يتساءل (Peled, 1993) عن ماذا بعد جمع المعلومات إذا كنا نعرف ان معظم الهيئات والمؤسسات الخرائطية حول العالم لازالت مستمرة في جمع المعلومات والبيانات المكانية؟ ويجيب عن ذلك بأن المرحلة التي تلي جمع البيانات هي تحديث هذه البيانات والمعلومات بغض النظر عن المصدر والوسيلة التي جمعت بها. كما يضيف أيضاً أن البيانات التي تم جمعها ستصبح قديمة في غضون سنوات قليلة. ولو أخذنا حالة خرائط المملكة العربية السعودية الطبوغرافية (مقياس ١ : ٥٠٠٠٠) كمثال، لرأينا أن عمر الصور الجوية المستخدمة لإنتاج هذه الخرائط يزيد على ٢٥ سنة. وبمقارنة التقدم الذي حدث في المملكة خلال هذه الفترة مع ما حدث في غيرها من الدول لوجدنا أنه يفوق التقدم الذي حصل في تلك الدول بعشرات السنين، وبالتالي فإن الخرائط المتوفرة أصبحت قديمة ولا تمثل الواقع الذي نعيشه، بل يمكن القول أنها أصبحت قليلة الفائدة فيما يتعلق بحداثة الموضوعات.

ترتبط عمليتي إنشاء وتحديث قواعد البيانات الجغرافية ارتباطا وثيقا ببعضها البعض حيث تقود كل عملية إلى الأخرى. فحين نجد ان البيانات القديمة تحتاج إلى تحديث، فإن التحديث يعني استخدام بيانات جديدة وحديثة وغالبا ما يكون الحصول عليها عن طريق المساحة الأرضية ووسائل الاستشعار عن بعد طبقا لمعايير ومواصفات معينة. إن كثير من المؤسسات والهيئات الخرائطية في الدول النامية، حكومية أو خاصة، غالبا ما تقع في أخطاء فادحة من خلال إنفاق مبالغ باهضة لجمع المعلومات، ولكنها سرعان ما تهمل تحديث هذه البيانات بعد إتمام الحصول عليها مما يؤدي إلى مشاكل يصعب التغلب عليها أو تلافيها عند محاولة التحديث. وبالتالي تصبح تكاليف التحديث لما هو موجود أكبر من تكاليف البدء في جمع المعلومات من الصفر.

ولما كانت للبيانات والمعلومات الجغرافية هذه الأهمية، فإن هناك عدد من المعايير التي يجب مراعاتها عند اختيار طرق جمع وتحديث هذه البيانات والمعلومات وإدخالها للكمبيوتر. ويمكن أن تشتمل أهم هذه المعايير على نوعية وحجم البيانات، الدقة المكانية والوصفية المطلوبة، مقياس الرسم، كمال وترابط المعلومات، الغرض من البيانات، أهمية البيانات، خصائص الظاهرة التي تمثلها هذه البيانات (Morrison, 1993; Armenakis, 1997).

خصائص البيانات والمعلومات المكانية:

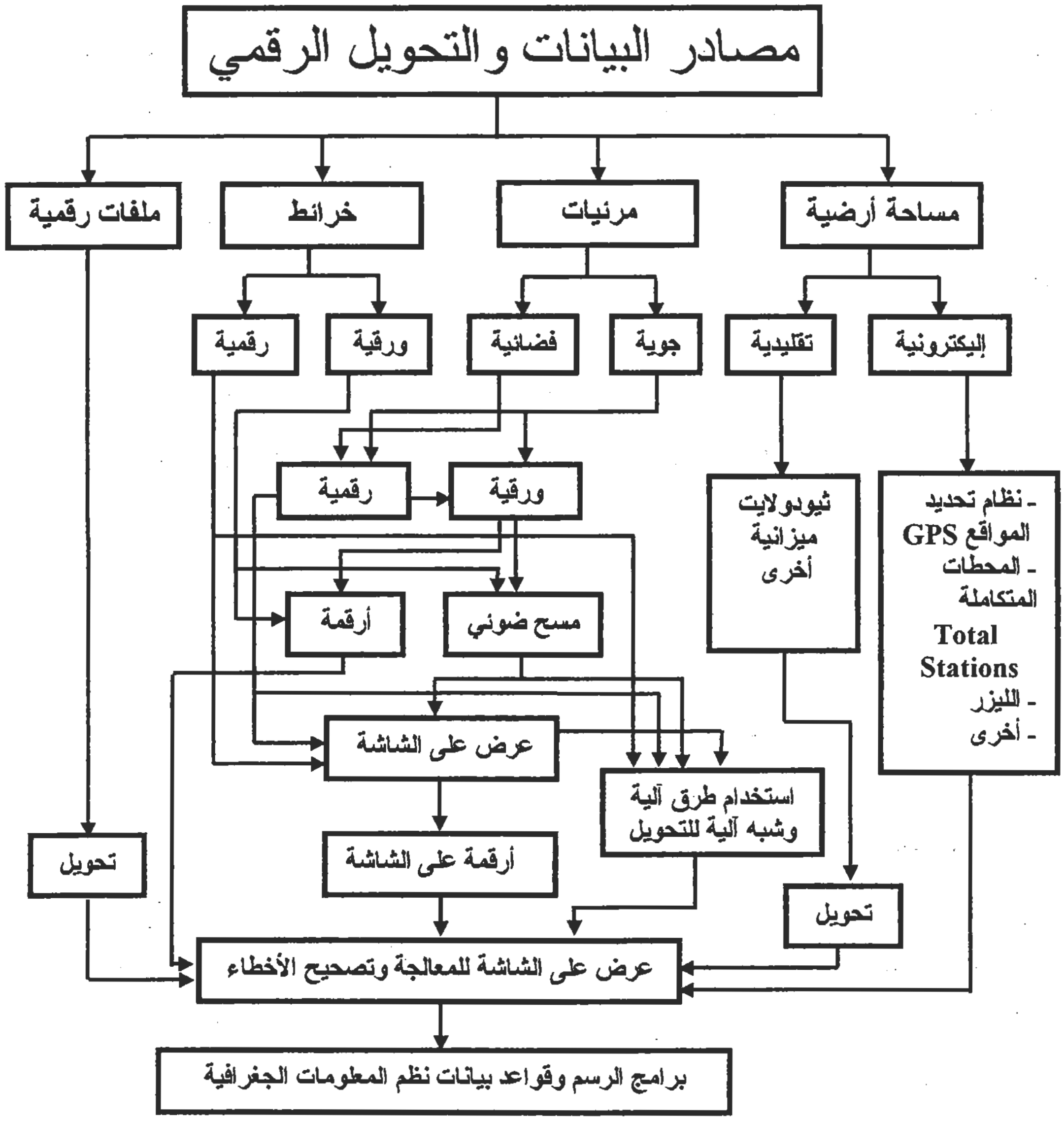
مما يميز نظم المعلومات الجغرافية، على وجه الخصوص، أنها تتعامل مع أنواع مختلفة من البيانات ذات مصادر مختلفة وخصائص مختلفة كذلك. وفي هذا الجانب يذكر (lee, 1991)، أن تنوع مصادر بيانات علم الخرائط الحديث في ازدياد نشأ عنه نمو مطرد في حجم البيانات التي تخدم التطبيقات الخرائطية ونظم المعلومات الجغرافية، وهذا ما يميز علم الخرائط الحديث. لذا فإن الإلمام بأنواع هذه البيانات ومصادرها وطرق جمعها من العوامل التي تساعد المتعاملين مع هذه النظم على إتباع أفضل السبل عند إدخال هذه البيانات والمعلومات إلى الكمبيوتر ومعالجتها وتحليلها. ومما يؤكد هذا ما أشار إليه (Heywood et al., 1998) ، من أن تقدير وفهم الخصائص الرئيسية للبيانات المكانية سوف يحدد كيف يمكن استخدام هذه البيانات لبناء نموذج نظام معلومات جغرافي، وبالتالي فإن مدى نجاح وجودة تمثيل الواقع بنماذج نظم معلومات جغرافية يعتمد على جودة البيانات المكانية المستخدمة في بناء هذه النماذج. إن فهم الخصائص الرئيسية للبيانات المكانية من الأمور الهامة التي تؤثر في نوعية وكفاءة الطرق المستخدمة لإدخال هذه البيانات إلى قواعد بيانات نظم المعلومات الجغرافية إما لتحديثها أو لبناء محتواها. إضافة إلى ذلك، فإن كل مصدر من هذه المصادر له طريقة مثلى لجمع بياناته وإدخالها إلى الكمبيوتر. وبالرغم من التنوع الكبير في خصائص البيانات المكانية واختلاف مصادرها، إلا أنه يمكن تقسيمها إلى قسمين رئيسيين: بيانات أساسية Primary Data؛ وبيانات ثانوية Secondary Data. ففي حين تعرف البيانات الأساسية على أنها تلك التي يمكن الحصول عليها مباشرة من مصادرها الأولية مثل المساحة الأرضية والاستشعار عن بعد؛ فإن البيانات الثانوية هي التي تم الحصول عليها من مصادر اعتمدت في الأساس على بيانات أولية، حيث نجد الخرائط بكافة أنواعها من الأمثلة الواضحة على هذا النوع. وفي وقتنا الحاضر أصبح النوع الأول، البيانات الأساسية، يجمع بشكل كبير في هيئة رقمية ويدخل إلى الكمبيوتر مباشرة على هذا الأساس؛ أما النوع الثاني فيتوفر بشكل كبير في هيئة ورقية تتطلب التحويل إلى هيئة رقمية بإحدى الوسائل التي يناقشها هذا البحث لاحقاً.

إن مما يجب إدراكه عند جمع المعلومات المكانية، أنه في معظم الحالات، يتم جمع الإحداثيات والتي من خلالها يتم وصف مواقع هذه الظواهر والأشياء (Kraak and Ormeling, 1996). هذه الإحداثيات قد تكون لنقطة واحدة فقط (X,Y) ويتم تمثيلها برمز نقطي، أو تكون لعدد محدد أو غير محدد من النقاط، بحيث يمكن توصيل نقاط هذه الإحداثيات ببعضها البعض لتصبح رمزا خطيا أوتصبح رمزاً مساحيا مقفلا يمثل امتدادا أو انتشاراً لظاهرة ما. كما يضاف لهذه الإحداثيات بيانات أخرى (Attributes) وظيفتها وصف هذه الظواهر.

من خلال هذه المقدمة وما يتبعها من عرض ومناقشة تحت العنوان الفرعي لمصادر البيانات والمعلومات وطرق جمعها، قد يتبادر إلى الذهن السؤال التالي: ما علاقة جمع المعلومات بطرق إدخالها للكمبيوتر وقواعد البيانات؟ وبالرغم من مشروعية هذا السؤال وصحته، إلا أن الإجابة عليه تتجلى عند مناقشة طرق جمع البيانات حيث يتضح أن جمع البيانات الآن أصبحت، وبدرجة كبيرة، تتم باستخدام أجهزة إليكترونية تكون مخرجاتها في هيئة رقمية يمكن إدخالها مباشرة إلى قواعد بيانات أنظمة المعلومات الجغرافية أو البرامج الرسومية الأخرى. من هذا المنطلق كان لابد من استعرض طرق جمع البيانات بشكل موجز جدا لبيان الاتجاه العام والمتسارع نحو استبدال الطرق التقليدية لجمع البيانات المكانية بالتقنية الرقمية؛ ثم للإشارة إلى كيفية تحويل البياناتالمتوفرة في هيئة غير رقمية إلى الهيئة الرقمية والطرق المتبعة في ذلك.

مصادر البيانات والمعلومات المكانية وطرق جمعها:

يمكن ان تشتمل البيانات والمعلومات المكانية على أي ظاهرة أو معلومة يمكن تمثيلها خرائطياً من خلال الموقع والوصف. ويوضح شكل (١) أهم مصادر البيانات المكانية المستخدمة في إنتاج الخرائط وبناء وتحديث قواعد نظم المعلومات الجغرافية، وطرق إدخالها إلى الكمبيوتر أو تحويلها إلى هيئة رقمية عند الحاجة وذلك في أنموذج عام جدا.



شكل (١): المصادر الرئيسية للبيانات الجغرافية وطرق التحويل الرقمي (من إعداد الباحث).

ويمكن مناقشة المصادر الرئيسية للبيانات والمعلومات سواء كانت أولية أو ثانوية بإيجاز من خلال الطرق المساحية، الاستشعار عن بعد، المصادر الورقية وبيانات الملفات الرقمية الجاهزة.

١ – الطرق المساحية Surveying Methods:

تعد عملية جمع البيانات والمعلومات الجغرافية باستخدام الطرق المساحية واحدة من أهم وأقدم، وكذلك أدق الطرق حيث لازالت تستخدم بشكل كبير لجمع المعلومات اللازمة لإنشاء الخرائط والمخططات ذات المقاييس الكبيرة جدا خاصة في حالة عدم وجود أي مصدر آخر بديل. ولكن بالرغم من سيادة استخدام الأجهزة والطرق المساحية التقليدية لفترة من الزمن، إلا أن الاتجاه الآن يسير بخطى حثيثة نحو التقنيات الرقمية. إن المضي في هذا الاتجاه سيؤدي لا محالة إلى تناقص الحاجة إلى وسائل أرقمة المعلومات "تحويلها إلى هيئة رقمية"، وهي العملية التي من خلالها يتم إدخال الإحداثيات عن طريق لوحة المفاتيح إلى الكمبيوتر، أو تنقل المعلومات المساحية إلى الورق أولا ثم تحول إلى الهيئة الرقمية عن طريق المسح الضوئي أو الأرقمة اليدوية، أو ربما تتم عن طريق برامج التصميم باستخدام الكمبيوتر Computer-Aided-Design CAD على سبيل المثال. ومما يدلل على هذا الاتجاه انتشار الوسائل والتقنيات الرقمية التي يتم بها جمع المعلومات في هيئة رقمية ونقلها مباشرة إلى أنظمة المعالجة أو الرسم والتحليل. ومن الأمثلة الحية على استخدام التقنيات الرقمية الحديثة في التطبيقات المساحية انتشار نظم تحديد المواقع العالمي Global Positioning System-GPS. لقد زاد من فعالية هذا النظام، للاستخدام الشخصي على وجه الخصوص، ارتفاع درجة الدقة المتاحة للمستخدم العادي لتحديد الموقع حتى أصبحت ما بين ١٥–٢٠ م، وذلك بعد إلغاء التحكم فيما يعرف بـــ Selective Availability. بذلك تصبح هذه الدقة أفضل مما تقدمه الخريطة الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠، بل قد تصل إلى دقة الخرائط ١ : ٢٥٠٠٠ تقريبا. أما أجهزة نظام تحديد المواقع العالمي الخاصة بالأعمال المساحية والجيوديسية الدقيقة فإنها ذات دقة عالية جدا تصل إلى أقل من سنتيمترات. ويشير كل من (Vincent and Logan, 1996) إلى أن اقتناء هذه التقنية (GPS) واستخدامها قد أدى إلى تأثر طرق جمع البيانات الأولية باستخدام الأجهزة المساحية و طرق تحديث البيانات القديمة باستخدام الأجهزة والطرق الفوتوجرامترية تأثرا ملحوظا، بالرغم من استمرارية فعالية هذه الطرق خاصة الفوتوجرامترية نظرا لكونها أكثر اقتصادية.

من ناحية أخرى فقد ظهرت وانتشرت الأجهزة الرقمية المتكاملة والمحمولة والخاصة بجمع المعلومات المكانية في الميدان بهدف التحديث الآني والمباشر لبيانات نظم المعلومات الجغرافية. ومن أوضح الأمثلة على ذلك ما سمي بأنظمة الأقلام الآلية أو الكمبيوترية (Pen Computer-based Systems) وهو ما بدأت هيئة المساحة البريطانية (Ordnance Survey – OS) بتجربته منذ أوائل العشرينات، ضمن مشروع أطلق عليه وحدة التحديث المتنقل والمساحة المتكاملة Portable Revision and Integrated

Survey Module وهو لتحديث الخرائط كبيرة المقياس مباشرة من الميدان (Curtis and Bowler, 1994).

إضافة إلى هذه التقنية، فهناك تقنيات الليزر وتقنيات المحطات المتكاملة Total Stations. كما ظهر في الآونة الأخيرة اهتماما متزايدا بتطوير الأنظمة المتنقلة Mobile Systems لجمع المعلومات حيث تهدف بصفة خاصة إلى تغذية نظم المعلومات الجغرافية بالبيانات فور الحصول عليها. ومن أمثلة هذا الاتجاه ما تم تطويره في الولايات المتحدة تحت مسمى "تقنية خرائطية متنقلة لجمع بيانات نظم المعلومات الجغرافية" (Mobile Mapping Technology for GIS Data Collection). هذه التقنية، كما يصفها (Novak, 1995)، تتكون من نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)، نظام ملاحة المركبات، كاميرات رقمية للتصوير الفيديو والثابت. ومن أهم ميزات هذا النظام حداثة المعلومات التي يقدمها، حيث تعد حداثة المعلومات ركيزة هامة تعتمد عليها نظم المعلومات الجغرافية. كما يضيف (Novak) أنه يمكن من خلال هذه التقنية إنتاج خرائط حية مباشرة (On-Line Maps).

هذه الوسائل الحديثة بخصائصها المتعددة تمكن من جمع البيانات وتخزينها في هيئة رقمية تمهيدا لإدخالها إلى نظم المعلومات الجغرافية والبرامج الخرائطية ومن ثم معالجتها وبناء قاعدة البيانات أو تحديثها في وقت أسرع وتكلفة أقل. من هنا يتضح أن قدرا كبيرا من المعلومات الجغرافية الأساسية يمكن جمعها حاليا في هيئة رقمية باستخدام الوسائل الملائمة وبذلك لا يكون هناك حاجة لعمليات التحويل أو الأرقمة، كما أن ذلك يتم في وقت قياسي وبدرجة أعلى من الدقة.

٢- الاستشعار عن بعد Remote Sensing:

يشتمل مفهوم الاستشعار عن بعد على البيانات والمعلومات (الصور) التي تلتقط لسطح الأرض أو لجزء منه سواء كان ذلك عن طريق الأجهزة المحمولة على الطائرات أو الأقمار الصناعية بدون الإحتكاك المباشر أو الوصول إلى الهدف. على هذا الأساس سيتم مناقشة هذا المفهوم من خلال الصور الجوية والفضائية.

بالرغم من التقدم التقني في وسائل جمع المعلومات من الفضاء (المرئيات الفضائية) المنافس القوي للصور الجوية، فإن الصور الجوية لازالت تمثل مصدرا مهما للبيانات الجغرافية ولإنتاج الخرائط الطبوغرافية على وجه الخصوص. أما عملية التصوير الجوي فكانت ولا زالت تتم، إلى حد كبير، باستخدام كاميرات تقليدية تناظرية تتطلب استخدام الأفلام ومن ثم معالجتها وتظهير الصورة وطبعها على الفيلم أو الورق وهذا يتطلب وقتا طويلا

وتكاليف أعلى. بعد ذلك تستخدم الأجهزة التناظرية لإستخلاص المعلومات اللازمة من هذه الصور (الأفلام) تحت ما يسمى بعلم الفوتوجرامتري. ويمكن للقارئ الرجوع إلى (Walker, 1984) لمزيد من المعلومات عن هذه الأجهزة التناظرية التي كانت تستخدم، أنواعها وطريقة عملها. ويمكن القول بأن استخدام هذه الأجهزة اليوم، في هيئتها وتركيبتها الأصلية، أصبح محدوداً إن لم يكن نادراً.

ومع أن عدد الأجهزة التناظرية (Analog Stereo Plotters) التي تعمل على مستوى العالم حتى عام ١٩٩٢ يقدر بحوالي ١٠،٠٠٠ جهاز، أجري على عدد كبير منها التعديلات اللازمة بحيث يمكن ربطه بالكمبيوتر للرفع من كفاءة الأداء، إلا أن صناعة مثل هذه الأجهزة قد توقف واختفت فجأة من الأسواق وحل محلها أجهزة أخرى (Analytical Plotters) أعلى منها كفاءة وأسهل في التعامل والاستخدام (Petrie, 1992).

بالرغم من استمرارية التصوير الجوي بالكاميرات التقليدية، إلا أنه ومنذ عدة سنوات دخلت تقنية الكاميرات الرقمية واستخدامها في التصوير الجوي وما صاحب ذلك من استخدام لتقنية نظام تحديد المواقع العالمي وبذلك يمكن الحصول على المعلومة وموقعها في هيئة رقمية يمكن نقلها مباشرة إلى الكمبيوتر. كذلك ظهر مفهوم جديد هو الفوتوجرامتري الرقمية Softcopy or Digital Photogrammetry. إضافة إلى ذلك فقد انحسر بل توقف إنتاج بعض الأجهزة الفوتوجرامترية التقليدية، وبدأ يتضاءل استخدامها فاتحة المجال لاستخدام البرامج الفوتوجرامترية للمعالجة الرقمية مما أدى إلى ظهور ما يسمى بمحطات العمل أو المعالجة الفوتوجرامترية الرقمية Digital Photogrammetric WorkStation DPWS. هذه الأجهزة تتطلب أن تكون الصورة في هيئة رقمية إمّا عن طريق التقاطها مباشرة في هذه الهيئة، أو عن طريق تحويلها باستخدام الماسحات الضوئية المتخصصة. لذا فإنه لا بد من المسح الضوئي للصورة التناظرية (من حالة الفيلم أو الورق) عند الحاجة إلى إدخالها إلى الكمبيوتر تمهيدا للمعالجة الرقمية إذا لم تكن قد التقطت في هيئة رقمية. و للمزيد من المعلومات عن أسس الفوتوجرامتري الرقمية وخصائصها، إضافة إلى البرامج والأجهزة الخاصة بها وتطبيقاتها الطبوغرافية، يمكن للقارئ الكريم الرجوع إلى بعض المراجع في هذا الجانب مثل (Dowman, 1991; Heipke, 1995; Dowman, 1996). كما يمكن الرجوع كذلك إلى (Walker, 1995; Gruen, 1996) وذلك لتتبع تطور الطرق والأنظمة الرقمية الفوتوجرامترية المختلفة من الأجهزة التقليدية التناظرية حتى الأجهزة الرقمية الحديثة في تسلسل تاريخي شيق.

من ناحية أخرى نجد هنالك تقدم تقني حثيث فيما يخص المرئيات الفضائية، وهي التي تعد من أهم مصادر البيانات لنظم المعلومات الجغرافية بوجه خاص، وذلك لكونها تتوفر في هيئة رقمية منذ لحظة التقاطها.

كذلك إمكانية الحصول عليها في وقت قصير مما يجعلها حديثة نسبيا، إضافة إلى تميزها في إظهار خصائص بعض الظواهر وكذلك تغطيتها لمناطق واسعة ولأي موقع على سطح الأرض. إضافة إلى ذلك، فإن التقدم التقني سواء في نوعية الوسائل من أنظمة بصرية ورادارية وليزرية؛ أو في خصائص الوسيلة نفسها مثل عددُ النطاقات الموجية التي يمكن تسجيلها، أو في درجة وضوح التصوير، أو تكرار التصوير جعلت الصور الفضائية مصدرا هاما وحيويا لجمع المعلومات خصوصا تلك التي تهتم بالبيئة ودراسة الموارد. ان مما يدلل على التقدم التقني في هذا المجال أنه أصبح الآن بالإمكان الحصول على صور فضائية بدرجة وضوح تصل إلى ١متر (تصوير أبيض وأسود)، وإلى ٤ متر (ملون) وهو ما يقدمه القمر الصناعي أيكونوس IKONOS من شركة Space Imaging. وليس هذا فحسب، بل إن القمر الصناعي QuickBird والذي أطلق في ١٨ أكتوبر ٢٠٠١ سيقدم في الربع الأول من هذا العام (٢٠٠٢) صورا فضائية تصل درجة الوضوح (Spatial Resolution) للصور الأبيض والأسود إلى ٦١ سم، أما الصور الملونة فتصل إلى ٢,٤٤ متر. هذه الأقمار هي للاستخدامات المدنية والتجارية، فكم ستكون درجة وضوح الأقمار العسكرية وأقمار التجسس؟؟ هذه الصور الفضائية وغيرها تستخدم تقريبا نفس أسس التقنية المستخدمة مع الصور الجوية الرقمية للمعالجة واستخلاص المعلومات.

إضافة إلى هذين النوعين الرئيسيين من التصوير، فهناك أنوع أخرى تدخل تحت الاستشعار عن بعد ومن أهمها تصوير الفيديو Videography، وذلك لاستخدام ما تجمعه هذه التقنية مع نظم المعلومات الجغرافية وبشكل خاص في خرائط الوسائط المتعددة Multimedia Cartography. وكذلك استخدام تقنية الليزر مثل تقنية (Light Detection and Ranging – LIDAR)، وذلك لجمع البيانات الخاصة بإنتاج النماذج الرقمية للأرض(Digital Terrain Modeling – DTM). وكذلك النماذج الرقمية للسطوح (Digital Surface Modeling – DSM).

٣- الخرائط والمصادر الورقية:

لم تفقد الخرائط والمصادر الورقية الأخرى قيمتها، في البلدان غير المتقدمة خرائطيا بوجه خاص، كمصدرا للبيانات خاصة فيما يتعلق بالبيانات الأساسية مثل خطوط الكنتور والمناسيب وبعض البيانات الأخرى التي لا يطرأ عليه تغير سريع. فنجد أن الخرائط الطبوغرافية أو الكنتورية تعد مصدرا هاما لإنتاج النماذج ثلاثية الأبعاد (Digital Terrain Modeling – DTM) في ظل عدم توفر المصادر الرئيسية لإنتاج مثل هذه النماذج. كذلك فإن لها أهمية كبرى لاستخدامها كمرجع جغرافي للتصحيح الهندسي لصور الأقمار الصناعية وأيضا استخدامها كخريطة أساس. من ناحية أخرى نجد ان قدم الخريطة لا يعني انعدام فائدتها

بشكل مطلق، بل قد يكون هذا أساس أهمية الخريطة من وجهة نظر تاريخية ومن الأمثلة على ذلك خرائط الحدود السياسية وخرائط تطور المدن. وهكذا فإن الخرائط الورقية تعد من المصادر الهامة للبيانات بشكل عام، وكذلك أيضا بعض المصادر الورقية الأخرى التي قد تشتمل على المخططات والرسوم التوضيحية والوصفية.

٤- الملفات الرقمية الجاهزة Existing Data Files:

تقـــوم كثير من الجهات سواء كانت حكومية أو أهلية بجمع البيانات في هيئة رقمية أو تحويل المتوفر منها إلى هيئة رقمية وتخزينها في ملفات يمكن تداولها بين جهات مختلفة وفق اتفاقات معينة. هذه الملفات تشتمل على المعلومات والبيانات الجغرافية والبيئية والاجتماعية والاقتصادية والديموغرافية التي يمكن الاستفادة منها في نظم المعلومات الجغرافية. ومع ان هذا المصدر من مصادر البيانات والمعلومات له أهميته الكبرى، إلا أن الاعتماد علـيه لا يخلو من العوائق التي تختلف من بلد إلى آخر ومن مؤسسة إلى أخرى. فمثلا نجد البيانات والمعلومات المكانـــية الرقمـــية في المملكـــة لازالت غير متوفرة بالشكل المرضي. كذلك فإن مسألة توفر البيانات لا تعني بالضرورة أنها متاحة في الهيئة الملائمة والوقت المناسب حتى لأغراض الدراسات التطبيقية والبحث العلمي. من ناحية أخرى نجد أن كثيرا من البيانات لها خصوصية معينة تهم بالدرجة الأولى الجهة التي تمتلكها من البداية. أما في حالة كونها متاحة، عن طريق الشراء مثلا، فإنها تكون مكلفة جدا حيث تبلغ قيمة الخريطة الرقمية لإحدى المدن السعودية قرابة الخمسين ألف ريال، ناهيك عن الجودة النوعية لمثل هذه البيانات. لقد حدت مشكلة عدم توفر وإتاحة البيانات بأن بدأت كثير من الشركات والمؤسسات خارج المملكة في بيع بيانات عن المملكة في هيـــئة خرائط ورقية ورقمية وبأسعار مرتفعة أيضا. ومما تجدر الإشارة إليه أنه يجب التأكد، عند استخدام مثل هذه الملفات سواء كانت من داخل المملكة أو خارجها، من أن هيئة الملفات متوافقة مع البرامج المستخدمة أو أن إمكانـــية تحويلها متوفرة بالشكل الذي يضمن عدم تأثر جودة البيانات والمعلومات بمثل هذا التحويل. على الـــرغم من التقدم الكبير في وسائل جمع وتحديث البيانات بالطرق الرقمية، إلا أن هناك كم هائل من البيانات والمعلومات لازال في حالة تناظرية تقليدية. إضافة لذلك فإن كثير من الدول، خاصة دول العالم الثالث، لا تزال تجمع وتحدث البيانات بأساليب تقليدية.

من خلال هذا الاستعراض المختصر لمصادر البيانات نجد أن الصور الجوية في هيئتها الورقية، وكذلك الخرائط الورقية هما المعنيتان بطرق التحويل الرقمي بالدرجة الأولى من وجهة نظر هذا البحث. من هنا فإنه سيتم التركيز على الطرق المستخدمة لنقل هذين المصدرين إلى الكمبيوتر. ولكن قبل البدء في مناقشة طرق إدخال البيانات كان لابد من التطرق إلى كيفية تمثيل البيانات والتعامل معها داخل الكمبيوتر.

تمثيل البيانات المكانية والجغرافية في الكمبيوتر:

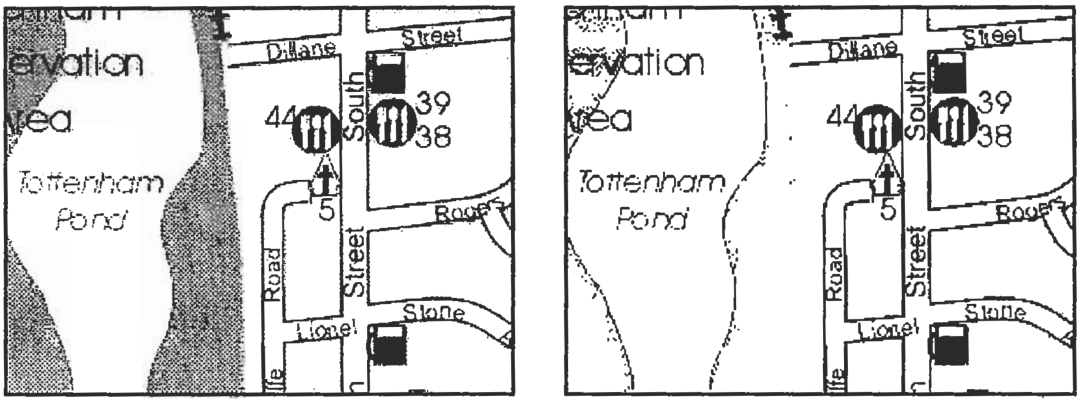
تستخدم الحواسيب الإليكترونية النظام الثنائي Binary System، وذلك لاستقبال الأوامر ومعالجة البيانات والتعامل معها حيث يتم قياس وجود فولت كهربائي أو عدمه من خلال الرقمين (0,1). من هذا المنطلق فإن كل أمر أو عملية داخل الكمبيوتر يتطلب على الأقل ثمان قيم تعرف بالبايت Byte وهي مكونة من ثمان بت Bits أو ثنائية أي من الصفر و الواحد. وبالتالي فإن كل حرف أو رقم أو رمز يحول إلى النظام الثنائي ويمثل بثمان ثنائيات Bits ليكون Byte ويخزن في الكمبيوتر على هذا الأساس، وهذا يقودنا إلى كيفية تمثيل الصور داخل الكمبيوتر.

تمثيل الصور الرقمية:

عندما تلتقط الصورة في هيئة رقمية أو يتم تحويلها إلى هذه الهيئة فكلما هنالك ان التدرج اللوني المتصل يتم تقسيمه إلى مستويات متعددة. وبالتالي فإن الصورة الرقمية عبارة عن عدد من الخلايا أو المربعات الصغيرة تسمى الواحدة منها بعنصر الصورة (Picture Element) أو (Pixel) وهذه في مجملها تكون شبكة من الخلايا (Grid Cells) أو (Raster) وهذه هي الهيئة التي يخزن بها ملف الصورة الرقمية. هذه المربعات الصغيرة هي التي تحتوي على تقسيمات (قيم) التدرج اللوني للصورة، أي أن كل عنصر أو خلية من الصورة يحتوي على قيمة ممثلة ببايت Byte أو ثمان ثنائيات (2^8 - 8 Bits) . هذا يعني أن القيم داخل كل عنصر من عناصر الصورة تكون بالنظام الثنائي ما بين (00000000) و (11111111)، أي 0 و 255 على التوالي. وبهذا تصبح الصورة مكونة من 256 تدرجا لونيا للصورة ذات التدرج اللوني الأبيض والأسود. أما الصور الملونة، فكما هو معلوم تتألف من مزيج لوني عبارة عن ثلاثة ألوان أو قنوات لونية هي الأزرق والأخضر والأحمر (RGB) وكل واحد من هذه الألوان يتكون من 256 تدرجا لونيا. ويمكن القول بأن قيمة (2^8 - 8 Bits) هي القيمة المعيارية المستخدمة في التصوير الرقمي وكذلك في عمليات المسح الضوئي وفي برامج المعالجة الرقمية للصور. ولكن قد يجد المستخدم إضافة لهذه القيمة المعيارية أن هناك قيما تتراوح مابين 1 Bit إلى 24 Bits، بل أعلى، يمكن ان يتم بها المسح الضوئي. هذه القيم يمكن اختيارها بناء على حاجة المستخدم وأحيانا طبيعة الوثيقة المراد مسحها. فمثلاً نجد أن 1 Bit يعطينا نتيجة مسح تظهر الظواهر فقط باللون الأسود تماماً، أي بدون أي تدرج لوني كما في شكل (٢). وهي بذلك ملائمة إلى حد ما لمسح الخرائط الخطية غير الملونة. من ناحية أخرى نجد المسح باستخدام 4 Bits يعطينا ١٦ تدرجاً لونيا لكل قناة لونية سواء كان ذلك بالألوان او بالتدرج الأبيض والأسود. ولكن يجب أن ندرك أن برامج المعالجة الرقمية تتعامل مع الصور عند القيمة المعيارية 256 أي (8 Bits - Image).

عموما يعتمد اختيار عدد التدرج اللوني أو الألوان، عند بدء عملية المسح الضوئي، على:

١- نوع الوثيقة المراد مسحها، خريطة أو صورة
٢- الهدف من عملية المسح
٣- إمكانية جهاز المسح Scanner، وبرنامج معالجة الصور Image Processing Software



شكل (٢): الصورة على اليسار تمثل ٢٥٦ تدرجا لونيا 8 Bits، بينما الصورة على اليمين تمثل لون واحد فقط هو الأسود 1 Bit.

ومما يجب مراعاته عند المسح أن زيادة الألوان يؤدي إلى زيادة حجم الملف. كما يجب ملاحظة أن عدد الالوان المختارة أثناء المسح يمكن خفضها فيما بعد باستخدام برامج المعالجة الرقمية للصور، لكن العكس غير صحيح فلا يمكن زيادة الوان الصورة أو درجة وضوحها بعد مسحها ضوئيا بشكل يعطي نتائج ملحوظة.

نماذج البيانات داخل الكمبيوتر:

كما يبدو مما سبق، فإن أي بيانات أو معلومات تدخل إلى الكمبيوتر تمثل في هيئة رقمية مكونة من الرقمين صفر و واحد (١،٠) بما في ذلك البيانات والمعلومات التي تمثل الظواهر الجغرافية بطبيعة الحال. إلا أن طبيعة الظواهر الجغرافية والعلاقات بينها وطرق التخزين والمعالجة تحتم استخدام نماذج ذات بنائية معينة، بجانب

كونها في هيئة رقمية، تمكن برامج الكمبيوتر المتخصصة من التعرف على الظواهر وعلاقاتها ومن ثم التعامل معها على هذا الأساس. في هذا الجانب، يبين (Grelot, 1988) أن البنائيات الكلاسيكية للبيانات Classical Data Structures تأخذ في الاعتبار التمثيل بالنقاط Points، الخطوط Lines، وبالخطوط المقفلة Polygons لتمثيل المساحات. هذه الطريقة تبين لبرامج نظم المعلومات الجغرافية على وجه الخصوص، أن الأشياء الممثلة هي ظواهر جغرافية مختلفة لها مواقعها وعلاقاتها الأخرى. إضافة لذلك، يمكن أيضا في حالة التمثيل المساحي بالخطوط المقفلة (Polygons) الإيضاح للكمبيوتر من خلال بنائية البيانات أن لكل تمثيل مساحي، أي لكل (Polygon)، جار مباشر قد يشاركه بعض الخطوط والنقاط. هذا الإيضاح للكمبيوتر هو ما يفسر العلاقات بين هذه الظواهر وهو ما يسميه (DeMers, 1997) بلغة العلاقات المكانية Language of Spatial Relationships. هذه البيانات والعلاقات يجب أخذها في الاعتبار عند أرقمة الظواهر ليتم إدخالها إلى الكمبيوتر.

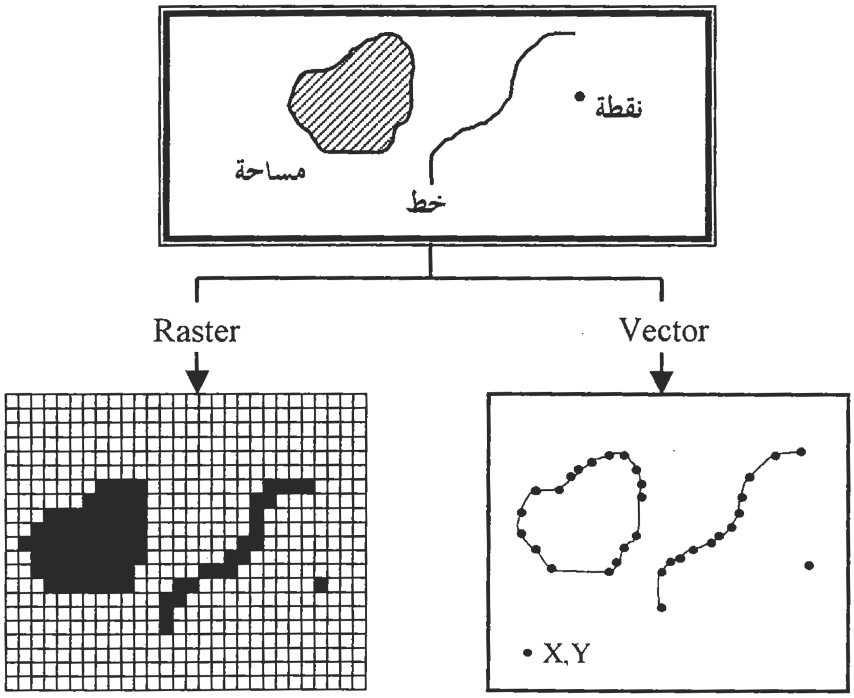
إن المتعامل مع نظم المعلومات الجغرافية تحديدا، يجد أن أشهر طريقتين أو نموذجين لتمثيل البيانات الجغرافية، كما هو موضح في شكل (٣)، هي الطريقة الخطية أو المتجهات الخطية Vector؛ والطريقة الشبكية Grid Cells أو الخلوية والمشتهرة كـRaster. كل من هذه الطرق له مميزاته وسلبياته فيما يتعلق بالتخزين والعرض والمعالجة والتحليل ودقة الموقع وكذلك إخراج النتائج. مثل هذه الخصائص يمكن الرجوع إليها في الكتب والمقالات الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية وبنائية ونمذجة البيانات مثل (Bernhardsen, 1992; DeMers, 1997; Heywood et al., 1998; Burrough and McDonnell, 1998). أما في هذه العجالة فيكتفى بالتعريف بأهم خصائص هاتين الطريقتين:

١- النموذج أو الطريقة الخطية Vector:

يمكن تشبيه التمثيل لهذه الطريقة بالطريقة التقليدية للرسم، بمعنى أن الظاهرة عبارة عن خطوط قصيرة جدا (ربما في هيئة نقاط) متصلة ببعضها البعض لتكون رمز خطي أو مساحي للظاهرة؛ أو تكون نقطة واحدة فقط لتمثيل الرموز النقطية. ويمكن لهذه الطريقة أن تمثل في عدة نماذج أو بنائيات مختلفة بحيث قد تكون ذات بنائية بسيطة تشتمل فقط على إحداثيات لهذه النقط؛ أو تكون ذات بنائية طوبولوجية لها وظيفتها الهامة في التحليل وإظهار العلاقات بين الظواهر. هذا النموذج الخطي يتم الحصول عليه دائما عن طريق برامج الرسم وعن طريق الأرقمة بأنواعها؛ أو عن طريق التحويل (Vectorization) من الهيئة الخلوية Raster إلى الهيئة الخطية Vector.

٢- الطريقة الخلوية Raster:

يمثل الفضاء الجغرافي بهذه الطريقة على أنه مكون من مجموعة من الوحدات ذات الحجم الموحد، وبأي شكل هندسي مناسب (مربعات، مثلثات، أشكال خماسية، سداسية، ....الخ). وبالرغم من أنه يمكن عمليا استخدام أي شكل من هذه الأشكال الهندسية، إلا أن الشكل المربع هو الغالب في الاستخدام، وهو ما يسمى بالخلايا الشبكية Grid Cells. هذه الخلايا يتم بها تمثيل الظواهر الجغرافية من خلال رموزها النقطية والخطية والمساحية كما هو موضح في الشكل (٣). وبناء على هذا فإن جميع نتائج عمليات المسح الضوئي في هيئته الأولية وكذلك التصوير الرقمي (الصورة الرقمية) تمثل بهذه الطريقة فيما يعرف بالملفات الخلوية Raster Files.



شكل (٣): بنائية النموذج الخطي والنموذج الشبكي الخلوي في صورة مبسطة (الباحث).

طرق إدخال البيانات إلى الكمبيوتر:

يُعرف (Aronoff, 1989) إدخال البيانات إلى الكمبيوتر على أنها تحويل البيانات من الهيئة التي توجد عليها إلى الهيئة التي يمكن استخدامها عن طريق نظم المعلومات الجغرافية. كذلك يُعرفها كل من (Burrough and McDonell, 1998) بأنها تحويل البيانات من هيئتها التي تعود عليها الناس وتعرفوا عليها، أو كما هي مسجلة على وسيلة أوتوماتيكية إلى هيئة ملائمة لإجراء المعالجة الرقمية عليها.

عند الحاجة إلى البيانات والمعلومات لنظم المعلومات الجغرافية، فإنها لا تخرج عن ثلاثة أحوال: إما أن تكون متوفرة في هيئة رقمية؛ أو تكون في هيئة تقليدية مثل الخرائط الورقية؛ أو لا تتوفر على الإطلاق في أي من الشكلين السابقين. ولكن غالبا ما تكون الحالتين الأخيرتين هما السائدتين، وبالتالي فلا بد من القيام إما بتحويل البيانات التقليدية إلى رقمية عن طريق المسح الضوئي والأرقمة وذلك تمهيدا لاستخدامها مع نظم المعلومات الجغرافية وبرامج الرسم؛ أو جمعها مباشرة في شكل رقمي إن أمكن. وللأمانة العلمية فإن الأبحاث التي تناقش إدخال البيانات عن طريق المرقمات والماسحات الضوئية أصبحت تنتقد في الدول المتقدمة خرائطيا وتكنولوجيا بالرغم من الاعتراف باستمرارية هاتين الطريقتين كوسائل إدخال للبيانات المكانية. و يعود السبب في ذلك لكونهم يرون أن مثل هذه المرحلة قد تم تجاوزها من ناحيتين: إما أن تكون الخرائط الورقية الموجودة قد تم تحويلها فعلا إلى رقمية وبالتالي فليس هنالك حاجة لمناقشة وسائل إدخالها إلى الكمبيوتر؛ أو أن تكون المعلومات التي تحويها هذه الخرائط قديمة جدا بحيث أصبحت الاستفادة منها قليلة أو معدومة وليس هناك حاجة إلى تحويلها إلى هيئة رقمية، والأجدر الاتجاه إلى بحث وسائل جمع المعلومات الحديثة مباشرة في هيئة رقمية.

وبالرغم من تناقص استخدام هذه الطرق في الدول المتقدمة، وعلى وجه الخصوص الولايات المتحدة وبريطانيا حيث تم تحويل الخرائط الأساسية إلى هيئة رقمية، الا أن الحاجة لها لازالت قائمة في كثير من الدول. كذلك فإنها ستبقى الوسيلة المستخدمة للأفراد والمؤسسات الصغيرة لفترة من الزمن خاصة في ظل عدم توفر البيانات في هيئة رقمية. في هذا السياق سيتم التركيز على مناقشة طرق إدخال البيانات التقليدية، أي تلك التي في حالة غير رقمية، عن طريق استخدام وسائل الأرقمة اليدوية وشبه الأوتوماتيكية والمسح الضوئي (الأرقمة الأوتوماتيكية). ولكن قبل مناقشة هذه الطرق، لابد من الاشارة إلى أن طرق إدخال البيانات المكانية إلى الكمبيوتر تتعدد فتشمل: لوحة المفاتيح؛ الاجهزة المساحية الحديثة التي تجمع إحداثيات النقاط ويمكن ربطها بالكمبيوتر مباشرة؛ الأرقمة بأنوعها؛ الملفات الرقمية الجاهزة....الخ.

الأرقمة Digitizing:

تعتبر الأرقمة (التحويل إلى الهيئة الرقمية) واحدة من أكثر وسائل إدخال البيانات والمعلومات الجغرافية إلى الكمبيوتر شيوعا، وذلك عن طريق تحويل أشكال هذه الظواهر (طرق، حدود، نقاط،...) إلى قيم رقمية تمثل إحداثيات هذه الظواهر. لقد كانت بدايات الأرقمة للبيانات الخطية Vector تتم يدويا حيث تثبت لوحة من ورق الرسم البياني الشفاف على الخريطة، ثم تنقل قيم الإحداثيات حسب موقعها في مربعات ورق الرسم البياني وتسجل على ورقة تشفير Coding Sheet، ومن ثم تدخل البيانات المشفرة إلى الكمبيوتر (Robinson et al., 1995). هذه الطريقة بما تتصف به من صعوبة وإرهاق و بطء وأخطاء وكلفة مادية قد انقرضت الآن وحل محلها الأرقمة عن طريق الوسائل الأوتوماتيكية المتقدمة. وقد ساعد في ذلك انخفاض تكاليف هذه الأجهزة نسبيا مع تقدمها تقنيا، إضافة إلى ازدياد حجم البيانات والمعلومات المراد تحويلها وازدياد الطلب على البيانات الرقمية مما أدى إلى البحث عن وسائل متقدمة تفي بهذه المتطلبات. أما عن أنواع الأرقمة فيمكن تقسيمها بشكل عام إلى ثلاثة أنواع هي: الأرقمة اليدوية Manual Digitizing؛ الأرقمة الشبه آليةSemi-Automatic Digitizing؛ وأخيرا الأرقمة الأوتوماتيكية Automatic Digitizing وهي تعبر عن المسح الضوئي Scanning وسوف يتم مناقشتها في الجزء التالي على هذا الاساس.

الأرقمة اليدوية Manual Digitizing:

سوف يتم مناقشة هذا الجزء من خلال الأرقمة باستخدام المرقمة؛ والأرقمة من على الشاشة أو باستخدام الشاشة.

الأرقمة باستخدام المرقمة Table Digitizing:

يشير (Clarke, 1997) إلى أن الأرقمة Digitizing تعني استخدام المرقمة Digitizer أو لوحة الأرقمة Digitizing Tablet or Table، و بذلك فهي العملية الإلكترونية أو الرقمية المقابلة لعملية الرسم اليدوي على طاولة رسم الخرائط التقليدية، فما هي المرقمة إذن؟

تتكون الأجزاء الأساسية للوحات الأرقمة السائدة من اللوحة الرئيسية وهي مسطحة تثبت عليها الخريطة وهي شبيهة إلى حد ما بطاولات الرسم التقليدية. يوجد تحت هذا السطح شبكة من الأسلاك الرفيعة

والمتقاربة مثبتة في شكل مربعات بالغة الدقة، مساحتها بالمايكروميتر، وموقعة على طول الإحداثيات الكارتيزية للوحة المرقمة (Krrak and Ormling, 1996). كذلك فقد ظهر حديثا أنواع مصنوعة من مادة بلاستيكية مرنة قابلة للطي والنشر وهي بهذه الميزة تتفوق على سابقتها في سهولة نقلها وعدم أخذها حيزا كبيرا أثناء العمل أو في حالة التخزين. إضافة إلى اللوحة الرئيسية، فهناك الفأرة أو أداة شبيهة بها ترتبط بالمرقمة ويمكن تحريكها بحرية فوق سطح اللوحة، كذلك فإن بعض الأنواع تكون بدون سلك Wireless. تشتمل الفأرة على شعرات متقاطعة Cross-hairs ، غالبا داخل عدسة مكبرة، وذلك لتمكين المستخدم من وضع مركز التقاطع بدقة فوق الظاهرة المراد نقلها. عندما يقوم المستخدم بضغط أزرار معينة على الفأرة، في حال ملامستها سطح الخريطة داخل الجزء الفعال من اللوحة، فإنه يتم إحداث نبضة كهربائية من الجزء الذي يحتوي على الشعرات المتقاطعة في الفأرة بحيث تستقبلها شبكة الأسلاك المثبتة تحت السطح وذلك من خلال أقرب مربع تحت الفأرة تماما. هذه المربعات الشبكية تتحسس موقع الشعرات المتقاطعة من الفأرة بدقة عالية وتحول هذا الموقع إلى إحداثيات سينية وصادية (X,Y) بحيث يتم تسجيلها أوتوماتيكيا في كل مرة يتم ضغط زر الفأرة ونقل هذه الإحداثيات إلى ملفات داخل الكمبيوتر. هذه الملفات التي يتم تكوينها بهذا الشكل تتخذ هيئة المتجهات الخطية Vector Format والتي تكون بياناتها في شكل إحداثيات تحدد أبعاد وشكل الظواهر التي يتم أرقمتها، بعكس الملفات المبدئية التي تنتج عن طريق المسح الضوئي العادي والتي تعرف باسم ملفات الخرائط النقطية Bitmap Files. إضافة إلى تسجيل إحداثيات الظاهرات، فإنه يمكن كذلك إدخال البيانات الوصفية لهذه الظواهرأثناء أو بعد عملية الأرقمة.

تتعرض عملية الأرقمة باستخدام المرقمات إلى كثير من الأخطاء التي لها تأثير سلبي على نتائج الأرقمة. هذه الأخطاء تشتمل على أخطاء بشرية وأخطاء خاصة بالأجهزة ومدى دقتها، إضافة إلى الأخطاء المرتبطة بالمصدر الذي تتم منه الأرقمة. ومما يعقد الأمر أن بعضاً من هذه الأخطاء غير ملاحظ، خاصة تلك المتعلقة بالأجهزة ومدى دقتها، وبالتالي لابد للمستخدم من معرفة مصادر هذه الأخطاء والتي قد تصل كما أوضح (Giovachino, 1992)، إلى أكثر من ٨ أنواع. ونتيجة لهذه الأخطاء من المرقمات فقد أجريت بعض الدراسات بهدف تقييم أداء المرقمات وكذلك اختبار الأخطاء ومن ذلك دراسة (Keefer et al., 1991)، التي سعت إلى تطوير نموذج إحصائي لاختبار أخطاء الأرقمة.

على الرغم من اشتهار المرقمات لفترة طويلة، حتى أصبحت ترى على أنها من أكثر الوسائل المستخدمة لنقل للبيانات إلى داخل الكمبيوتر (Giovachino, 1992)، إلا أن صحة هذه العبارة لم يعد قائما بشكل كبير الآن حيث بدأ استخدام المرقمات يتضاءل أمام الأرقمة من الشاشة وذلك مع انتشار الماسحات الضوئية

كبيرة الحجم، وانخفاض سعرها نسبيا، وارتفاع دقتها. هذا إضافة إلى وجود البرامج المستخدمة في ذلك سواء كانت برامج قائمة بذاتها أو في هيئة وظائف ملحقة ضمن برامج الرسم والمعالجة الرقمية للصور.

مراحل إجراء الأرقمة اليدوية Manual Digitizing Steps:

تجرى عملية الأرقمة اليدوية باتباع عدد من الخطوات الضرورية اللازمة للحصول على نتائج أرقمة منطقية يمكن استخدامها بكفاءة، بعد إدخالها إلى برامج نظم المعلومات الجغرافية والبرامج الرسومية الأخرى وبعد إجراء بعض التصحيحات اللازمة عليها. هذه الخطوات يمكن تلخيصها في عدد من النقاط كالتالي (Clarke, 1997):

١- تجهيز الخريطة التي سيتم أرقمة محتواها أو بعض من ذلك، ثم البدء في اختيار وتحديد الظواهر التي ستستخدم كنقاط ضبط Control Points للخريطة وحساب إحداثياتها. هذه الإحداثيات يمكن حسابها كذلك من أركان الخريطة أو من نقاط تقاطع شبكة الإحداثيات على الخريطة.

٢- تثبيت الخريطة على طاولة الأرقمة بإحكام، وذلك باستخدام شريط لاصق خاص على جميع الحواف وذلك للمحافظة على الخريطة من التزحزح وكذلك لحمايتها من التمزق أثناء حركة اليد. ويراعى هنا أن الخريطة يجب ان لا تنقل ولا تحرك حتى يتم الانتهاء الكامل من عملية الأرقمة وذلك لكي لا تتأثر إحداثيات الخريطة وبالتالي دقتها وترابط محتواها.

٣- نقل مواقع نقاط الضبط التي تم اختيارها عن طريق الضغط بالفأرة على المرقمة وإدخال القيم (الإحداثيات) إلى الكمبيوتر عن طريق لوحة المفاتيح. هذه الخطوة ضرورية للتحويل من إحداثيات المرقمة إلى إحداثيات الخريطة، وبالتالي تأخذ الظواهر التي تنقل إلى الكمبيوتر الإحداثيات الضرورية للعمليات اللاحقة.

٤- البدء في عملية الأرقمة من خلال تتبع الخطوط، سواء كانت ظاهرات خطية أو حدود لظواهر مساحية. أما الظواهر النقطية فيتم إدخالها عن طريق وضع تقاطع شعرات الفأرة على مركز النقطة ثم الضغط عليها ليتم تسجيلها في ملف إحداثيات الظواهر داخل الكمبيوتر.

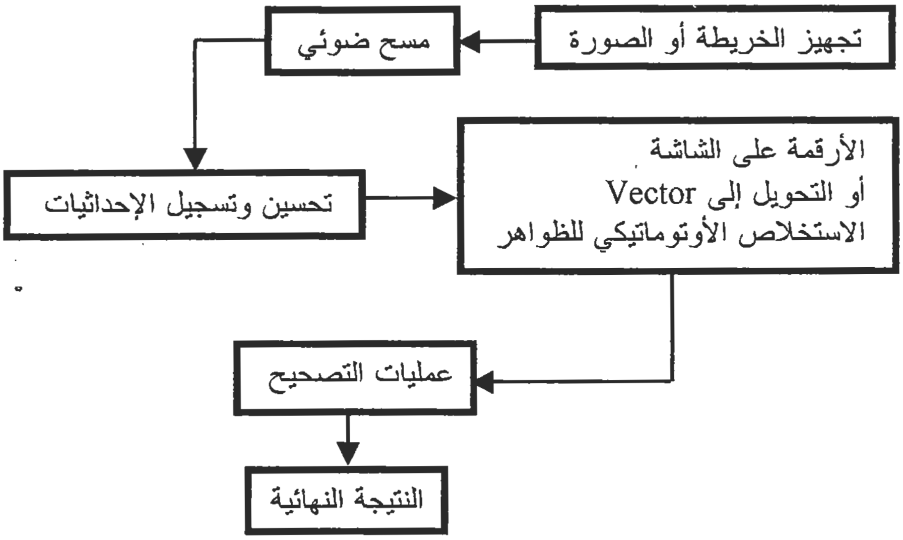
أما عن إيراد هذه الخطوات هنا، بالرغم من تناقص استخدام هذه الطريقة فهو لسببين: أولاً لأهميتها لمن يضطر لإستخدام هذا النوع من الأرقمة؛ وثانياً للتدليل على أن هذا النوع من الأرقمة يحتاج إلى إعداد دقيق ومطول نوعا ما ويجب تكرار هذه الخطوات في كل مرة يتم تحريك الخريطة من مكانها على طاولة الأرقمة. وبالتالي فهي ليست الخيار الأفضل اليوم، ولكن لا يعني هذا أنها لا تستخدم فهناك حالات لا يمكن

استخدام أي وسيلة أخرى غير هذه ومنها عندما يكون محتوى الخريطة غير واضح وغير ملائم لعملية المسح الضوئي؛ أو عند عدم توفر إمكانية المسح الضوئي بطبيعة الحال.

هذا فيما يخص البيانات الرسومية Graphic Data التي تشمل الخطوط والنقاط. أما البيانات النصية التي تصف البيانات الرسومية وهي ما يطلق عليها بيانات وصفية Attribute Data، فيتم إدخالها غالبا عن طريق لوحة المفاتيح Keyboard، ويتم ذلك إما أثناء عملية الأرقمة بحيث يتم تعريف كل ظاهرة عند البدء في أو الإنتهاء من أرقمتها؛ أو يتم ذلك بعد الإنتهاء من عملية الأرقمة كاملة وبدء عملية التصحيح والتعديل على البيانات المرقمة. هذا يعني أن تعديل وتصحيح البيانات المدخلة يمكن أن يكون في أي وقت سواء كانت بيانات رسومية Graphics أو وصفية نصية.

الأرقمة باستخدام أو من على الشاشة **On Screen Digitizing:**

اكتسبت هذه الطريقة اهتماما كبيرا في الآونة الآخيرة، وأصبحت منافسا قويا، بل بديلا في كثير من الأحيان للأرقمة اليدوية باستخدام المرقمات. هذه الطريقة والتي تعرف كذلك بالأرقمة في وضع الرأس إلى أعلى Heads up Digitizing، لتمييزها عن الأرقمة باستخدام المرقمات والتي عادة ما يكون الشخص الذي يقوم بالأرقمة منكبا على الخريطة Heads Down Digitizing، نالت شهرتها في وقت قياسي نسبيا كنتيجة لعدد من الأسباب. ومن أهم هذه الأسباب التطور الهائل في أجهزة المسح الضوئي بما في ذلك إمكانية مسح خرائط بأحجام كبيرة، وأيضا تطور برامج المعالجة وبرامج الأرقمة وهو أمر لا يمكن إغفاله. كذلك توفر بيانات الأقمار الصناعية بشكل لم يسبق له مثيل وذلك في شكل رقمي، وهو ما تعتمد عليه هذه التقنية حيث لا بد من وجود المصدر الذي تتم منه الأرقمة في هيئة (Bitmap or Raster)، وبالتالي يمكن نقله إلى الكمبيوتر ومن ثم عرضه على الشاشة لتبدأ من هناك عملية الأرقمة باتباع عدد من الخطوات كما هو موضح في شكل (٤). هذا بالإضافة إلى المميزات التي تتمتع بها هذه الطريقة على سابقتها، أي الأرقمة باستخدام المرقمات. ومما يجب التأكيد عليه لضمان الحصول على نتائج صحيحة، ما أشار إليه (Armenakis, 1998)، من أن تحديث الخرائط أو استخلاص المعلومات الحديثة بواسطة الأرقمة من على الشاشة يجب أن يتم من صور مصححة (Orthophoto / image)، أو من خرائط تم تصحيحها هندسيا من خلال عملية تسجيل الإحداثيات.



شكل (٤): خطوات الأرقمة من على الشاشة (من إعداد الباحث).

وبالمقارنة مع الأرقمة من خلال المرقمات، فإن الأرقمة من على الشاشة لم تخضع إلى دراسات تقييمية أصيلة وذلك ربما يكون بسبب حداثتها النسبية. وكلما هنالك لا يعدو كونه إشارات لبعض من الجوانب التي يمكن أن تتفوق فيها هذه الطريقة على غيرها من الطرق. ومن واقع خبرة عملية متواضعة، فإن مزايا الأرقمة من على الشاشة تفوق الأرقمة باستخدام المرقمات، ويمكن أن تحل محلها بشرط توفر ما يلي:

١-ماسح ضوئي عالي الجودة وذو حجم كبير لمسح الخرائط الكبيرة.

٢-جهاز كمبيوتر متطور للتعامل مع ملفات المسح.

٣-شاشة عرض عالية الوضوح، وكبيرة الحجم بحيث لا تقل عن ١٩ بوصة.

٤-برنامج متخصص لمعالجة الصور وإتمام عملية تسجيل الصورة وبناء الإحداثيات.

٥-برنامج خاص ذو كفاءة جيدة لإجراء الأرقمة مثل :ديدجر Didger على سبيل المثال. كما يمكن استخدام وظائف الأرقمة التي تشتمل عليها كثير من برامج المعالجة الرقمية للصور وذلك في حالات معينة.

أما ميزات هذا النوع من الأرقمة، مقارنة بالأرقمة من خلال المرقمات، فتتلخص في دقتها الهندسية ودقة نقل التفاصيل؛ الجهد البدني الأقل؛ السرعة في الأرقمة؛ إمكانية نقل معلومات أكثر؛ التكلفة المنخفضة (Creaf-Miramon, 2000).

الأرقمة شبه الآلية Semi-Automatic Digitizing:

يعتمد هذا النوع من عمليات الأرقمة على البرامج Software التي تعمل تحت مراقبة وتوجيه المستخدم أو المشغل. من أحد الأمثلة الشهيرة على هذا النوع ما تم تطويره عن طريق شركة Laser-Scan تحت اسم VTRAK. هذا البرنامج يقوم بنقل الخطوط خاصة من الخرائط وتحويلها إلى Vector مستخدما تقنية الأرقمة التفاعلية التتبعية للخط Interactive Line-following Digitizing. وتقوم فكرة هذه التقنية على وجود خريطة تم مسحها ضوئيا وإدخالها إلى الكمبيوتر في هيئة Raster، أي في حالة رقمية. يقوم المستخدم بعرض الخريطة على الشاشة ثم اختيار الخط المراد أرقمته حيث يضع المؤشر على هذا الخط ومن ثم يبدأ البرنامج بتتبع هذا الخط أوتوماتيكيا بعد أن يقوم المستخدم بعمل الضبط اللازم للبرنامج ليتوافق مع خصائص الخريطة المدخلة (Wakefield, 1994; João, 1998). يستمر البرنامج في تتبع الخط عن طريق المؤشر حتى نهايته أو حتى يتم إيقافه من قبل المشغل؛ أو يتوقف تلقائيا بسبب بعض المشاكل ومنها تغير خصائص الخط (تفرع الخط، تقاطعه، وجود فراغ، اختلاف سمكه). وفي حالة توقفه لابد من تدخل المشغل لإصلاح المشكلة وإعادة توجيه المؤشر، وهكذا فإن الأرقمة من هذا النوع لا تصبح أوتوماتيكية بالكامل وإنما شبه أوتوماتيكية بسبب تدخل المشغل المستمر. هذه التقنية شبه الأوتوماتيكية ساهمت في أن تكون الأرقمة أعلى دقة من طرق الأرقمة اليدوية كونها أقل اعتمادا على الشخص المشغل (João, 1998) نقلاً عن (Thapa and Bossler, 1992). وقد بينت (João, 1998) أيضا، أن نتائج هذه الطريقة تفوق بكثير الأرقمة اليدوية، كما ان نجاح النتائج يعتمد كذلك على معايير البرنامج التي يتم ضبطها قبل إجراء عملية الأرقمة. كذلك فإن نوعية الخريطة التي تتم منها الأرقمة لها تأثير كبير على النتائج. وبوجه عام، فإن النتائج تكون أكثر دقة من نتائج الأرقمة بالمرقمات أو من على الشاشة خاصة إذا نجح البرنامج في تتبع الخط و لم يتعرض للتوقف المستمر.

ومع أن هذه التقنية قد نجحت إلى حد كبير في أرقمة الظواهر الخطية وتحويلها إلى Vector وذلك من الخرائط ومنها "الطبوغرافية على سبيل المثال" إلا إنها لم تنجح في التعامل مع الصور الجوية والفضائية وأرقمة الظواهر الخطية منها وبالتالي فإن البرنامج يتوقف باستمرار طلبا في توجيه ومساعدة المشغل. ويمكن إرجاع

الأسباب إلى التباين الكبير في التدرج اللوني للصور، وكذلك استحالة ضبط معايير البرنامج لتناسب الظواهر في كل أجزاء الصورة.

من ناحية أخرى، هناك وسيلة أخرى مشابهة في المفهوم ومغايرة في العمل حيث أنها تقوم بتتبع الخطوط على الخريطة الورقية ذاتها، أي بدون الحاجة إلى مسحها ضوئيا. في هذه الحالة يتم تثبيت الخريطة على الجهاز ويبدأ الرأس الضوئي في تتبع الخط حسب خصائصه (Petrie, 1990). أما عن نجاح هذه الأنواع عطفا على انتشارها فمحدود جدا نظرا لكونها تعتمد على وجود جهاز خاص Hardware مزود برأس ضوئي يتحسس وجود الظاهرة ويتبعها، إضافة للبرامج Software التي تقوم بتشغيل هذه الأجهزة. وبالتالي فإن هذه التقنية غالية الثمن ومحدودة الانتشار مقارنة بالتقنية الأولى VTRAK وما شابها لأنها مجرد برنامج يتم تحميله على، نظريا، أي كمبيوتر ملائم. أما الخريطة فيتم إدخالها عن طريق الماسح الضوئي.

في هذا الجزء من البحث يجب التنويه إلى أن هناك من يشير إلى الأرقمة اليدوية باستخدام الشاشة أو إلى الأرقمة التي يشترك فيها المشغل مع الأجهزة، بحيث يعطي المشغل الأوامر وتستجيب الأجهزة لذلك، على أنها أرقمة شبه آلية وهذا مجانب للصواب. والواقع أن المقصود بالأرقمة شبه الآلية هي التي تتولى الأجهزة فيها العبء الأكبر وتبقى مهمة المشغل في الإرشاد والتوجيه فقط.

المسح الضوئي Scanning:

المسح الضوئي Scanning, Scan Digitizing, or Automatic Digitizing للخريطة أو الصورة أو أي وثيقة أخرى هو تحويلها من هيئتها التناظرية الأصلية Analog إلى الهيئة الإليكترونية الرقمية ونقلها إلى الكمبيوتر أوتوماتيكيا، بحيث يمكن التعامل معها ومعالجتها وهي في هيئة خلوية Raster، ومن ثم استخلاص البيانات منها في شكل خطي Vector. على هذا فإنه يمكن اعتبار هذه العملية أرقمة آلية، وهي بهذا تختلف عن الإستخلاص الأوتوماتيكي للمعلومات Automatic Feature Extraction من المصادر الرقمية الخلوية والتي ينتج عنها بيانات في شكل خطي Vector. تتم عملية المسح الضوئي عن طريق استخدام جهاز الماسح Scanner الذي يشتمل على أداة حساسة للضوء Light-Sensitive head تتحرك عبر الخريطة أو الصورة أو الوثيقة المراد مسحها في فترات متلاحقة وبفواصل منتظمة من بداية الوثيقة إلى نهايتها. كذلك يمكن أن تكون هذه الأداة ثابتة والخريطة متحركة. أما عمل الماسح فيكون من خلال الأداة الحساسة للضوء حيث تقوم بقياس كثافة الضوء، وفي بعض الأحيان الألوان المرغوبة

الجغرافية فإن هذه الهيئة العامة تأتي تحت أسماء متعددة بعضها عامة، والبعض الآخر خاص ببرامج معينة لا يمكن التعامل معه إلا من خلال البرنامج ذاته. هذه الهيئة تعرف أيضاً بالإمتداد الإسمي للملف (File Extension). وبالرغم من اختلاف هذه الهيئات إلا أنه، لحسن الحظ، يمكن قراءة عدد كبير منها باستخدام أنواع عدة من البرامج. ومن الأمثلة على هيئة الملفات الواسعة الانتشار ملفات (Tiff, JEPG, JIF, ...) كذلك فإن كل البرامج تقريبا تسمح بتحويل ملفاتها من هيئاتها الخاصة إلى هيئات أخرى يمكن قراءتها ببرامج مختلفة. ومن الطبيعي، فإن لكل هيئة ملف مميزاته وعيوبه والتي ليس المجال هنا لمناقشتها. هذه الهيئة كما يتضح من خصائصها، مرتبطة أكثر بالصور التي يتم مسحها وكذلك بالصور الجوية الرقمية والصور التي يتم الحصول عليها عن طريق الكاميرات الرقمية وكذلك الصور الفضائية.

إضافة إلى الهيئة النقطية Bitmap، فهناك هيئة أخرى تقابلها خاصة بالملفات ذات البيانات الخطية Vector وهي هيئة لها أهميتها في نظم المعلومات الجغرافية. تتكون الملفات الخطية من سلسلة من الخطوط القصيرة جدا والتي تتشكل منها الرموز الخطية والنقطية وكذلك الخطوط المقفلة Polygon لتكون مساحة. كل رمز من هذه الرموز يشتمل أيضا على عدد من الخصائص المرتبطة به مثل اللون والموقع وسمك الخط وغير ذلك. هذه الهيئة تخزن بها الملفات الناتجة عن عملية الأرقمة، وكذلك البينات التي يتم رسمها أو أرقمتها من على الشاشة باستخدام برامج الرسم مثل (Illustrator, Freehand, CorelDraw, AutoCad, etc.). كما انه يجب الإشارة إلى انه يمكن التحويل من الهيئة النقطية Bitmap إلى الهيئة الخطية Vector والعكس، في حالات خاصة، باستخدام برامج متخصصة وطرق معالجة ملائمة. أما عن تعدد أنواع هذه الهيئات واختلافها فينطبق عليها ما ينطبق على النوع السابق من الهيئات.

حجم الخريطة أو الصورة Image Size:

يقصد بالحجم هنا الأبعاد الفعلية للوثيقة والتي يمكن التعبير عنها بالطول والعرض مثل (١٤× ٢٤ سم). فللحصول على نتيجة مسح ذات جودة عالية يجب أن يتم مسح الصورة على وجه الخصوص، والخريطة إلى حد ما، عند نفس الحجم المرغوب الحصول عليه بعد المسح أو أكبر من ذلك قليلا. والسبب في ذلك أن الملف الذي سينتج عن عملية المسح هو ملف خلوي Raster مكون من خلايا تسمى عناصر صورة Pixels، كما أسلفنا، ومحاولة تكبير حجم الصورة أو الخريطة بعد مسحها سيؤدي إلى تغيير في حجم الخلايا المكونة للصورة وبالتالي سيؤدي إلى تشويه في تركيبة الصورة وخفض جودتها.

فقط، التي غالبا ما تنعكس من الوثيقة أو تنبعث من خلالها في حالة الأفلام ويتم تسجيلها وتحويلها إلى قيم رقمية ومن ثم ترسل إلى جهاز الكمبيوتر في شكل بيانات رقمية ثنائية Binary Data. هذه البيانات تخزن في ملفات ذات هيئة خلوية أو شبكية Raster Format، وتعرض على الشاشة بهذا الشكل.

بعض المفاهيم المرتبطة بالمسح الضوئي للخرائط والصور:

هناك عدد من المفاهيم والجوانب الفنية التي يجب معرفتها وأخذها أخذها في الاعتبار عند القيام بعملية المسح الضوئي للصور والخرائط تمهيدا لاستخدامها في برامج الخرائط أو برامج نظم المعلومات الجغرافية أو برامج معالجة الصور عموما. ومن أهم الجوانب الفنية التي يجب معرفتها والإلمام بها ما يتعلق بتهيئة الجهاز حسب نوعية وخصائص الخريطة أو الصورة، وذلك عن طريق عناصر التحكم التي تشتمل عليها أجهزة المسح الضوئي الحديثة وكذلك البرامج المرفقة معها. هذه العناصر يمكن للمستخدم المتمرس أن يعدل في ضبطها بحيث تلائم متطلباته ورغباته. أما المستخدم المبتدئ فينصح باستخدام الضبط الأوتوماتيكي Default أو الضبط المسبق لهذه العناصر، ثم يبدأ عملية المسح ويختبر النتائج ومن ثم يبدأ بالتعديل بحذر، ولكل عنصر على حده ليرى تأثير كل عنصر ووظيفته، حتى يصل إلى الضبط الذي يلائمه. بعض من هذه العناصر وكذلك بعض المفاهيم الأخرى التي يجب على من يقوم بعملية المسح الضوئي خصوصا، ومن يتعامل مع الملفات ذات الهيئة الخلوية عموما، أن يدركها يمكن إجمالها بشكل موجز فيما يلي:

هيئة ملف الصورة :Image File Format

عند الانتهاء من ضبط الجهاز وإتمام عملية المسح، فإنه غالبا ما يتم تخزين العمل الذي تم مسحه في ملف داخل الكمبيوتر وذلك باختيار نوعية ملائمة لهيئة الملفات (File Format) وذلك حسب الغرض من المسح وحسب برامج المعالجة الرقمية المستخدمة. عموما، جميع الملفات التي تنتج عن المسح الضوئي أو عن التصوير الرقمي باستخدام الكاميرات الرقمية تأخذ هيئة عامة تسمى بالخريطة النقطية وهي الترجمة الحرفية للمصطلح Bitmap. هذه الهيئة عبارة عن شبكة من المربعات تعرف بالخلايا الشبكية Grid Cells أو المساحية Raster، وهي تمثل العناصر المكونة للصورة (Picture Elements – Pixels) ويمكن رؤية هذه الخلايا أو شبكة المربعات بوضوح عند تكبير الصورة على شاشة الكمبيوتر إلى حد معين. هذه التركيبة من المربعات تكون متساوية الأحجام في الصورة الواحدة، ولكنها تختلف من صورة لأخرى حسب درجة الوضوح المختارة أثناء عملية المسح الضوئي أو التصوير الرقمي Scanning / Imaging Resolution. ولكن مع اختلاف مصادر برامج معالجة الصور الرقمية وكذلك برامج نظم المعلومات

دقة أو وضوح المسح Scanning Resolution:

من خصائص الماسحات الضوئية وجود نوعين من الدقة أو الوضوح هما: دقة الوضوح (الفعلية) للعدسات Optical Resolution؛ ودقة الوضوح المستحدثة أو المحشّاة بين قيم الوضوح الفعلي للعدسات Interpolated Resolution. وفي الواقع، يجب الإهتمام بالنوع الأول والتركيز عليه عند تحديد درجة الدقة للوثيقة المراد مسحها، أو عند تقييم أداء الماسح الضوئي. وكما أشير إلى ذلك سابقا فإن الوثيقة الممسوحة يتم مسحها في هيئة مربعات أو نقاط متناهية الصغر، وبالتالي فإن دقة المسح تقاس بعدد النقاط أو عناصر الصورة لكل بوصة حيث يعبر عنها بـــ Dot Per Inch-DPI or Pixel Per Inch-PPI. فعلى سبيل المثال، يمكن للماسح الضوئي أن ينتج (1,440,000) عنصر صورة (Pixel) أو نقطة في البوصة الواحدة عند المسح بدرجة وضوح (1200*1200)؛ بينما يكون العدد حوالي (360,000) عنصر في البوصة عند المسح بدرجة وضوح (600*600). وكقاعدة عامة فيجب المسح عند مستوى دقة يتماشى مع مستوى دقة الوسيلة (الطابعة) التي ستستخدم في إخراج الوثيقة التي سيتم مسحها كما هو مبين في الجدول (رقم ١).

جدول رقم (١): مستوى دقة المسح تبعا لنوع وسيلة الإخراج ومستوى دقتها.

مستوى دقة المسح	مستوى دقة الطباعة	نوع جهاز الإخراج
100 to 200 dpi	180X180 dpi	Dot-matrix
200 to 300 dpi	300X300 dpi	Ink-jet or Laser Printers
300 to 600 dpi	600X600 dpi	High-resolution Laser
600 to 1200 dpi	1270 to 2540 dpi	Imagesetter

كذلك فإن معرفة وتحديد الهدف من المسح يعتبر محددا رئيسيا لمستوى درجة ودقة الوضوح المطلوبة. فمثلا، إذا كان الهدف من المسح هو عرض الخريطة فقط لإجراء أرقمة من الشاشة On Screen Digitizing فيكفي درجة وضوح عادية. أما إذا كان الهدف مسح صورة صغيرة الحجم ومن ثم تكبيرها فيما بعد، فإنه يجب مسحها في درجات دقة أعلى كي لا تفقد جودتها أثناء التكبير. كذلك يجب الانتباه عند التعامل مع اختيار درجة الدقة (ppi or dpi) للمسح حيث أن درجة الدقة غير الملائمة سوف ينتج عنها صورة غير واضحة، خشنة النسيج Coarser Image، إذا كانت منخفضة؛ أو ينتج عنها ملفا يتطلب مساحة أكبر من اللازم لتخزينه في قرص الكمبيوتر عندما تكون مرتفعة جدا.

السطوع والتباين Brightness and Contrast:

يمكن عند مسح الوثيقة ضبط عنصري التحكم في السطوع والتباين عند القيمة (50%)، أو استخدام الضبط المسبق Default. كذلك فإن بعض الأجهزة توفر ضبط أوتوماتيكي Automatic Setting حسب درجة السطوع والتباين بين العناصر والظواهر المكونة لمحتوى الوثيقة المراد مسحها. كما يمكن ضبط هذين العنصرين من قبل المستخدم حسب ما يراه ملائما ومطلوبا لإظهار أجزاء معينة من الصورة بشكل أكبر أو إخفاء أجزاء أخرى أثناء عملية المسح. ولكن مما يجب مراعاته عند التعامل مع عنصري السطوع والتباين أن بعض الألوان والخطوط الباهتة، خاصة في الخرائط الملونة، قد تختفي أو تتلاشى نتيجة للضبط غير الملائم. ومما يزيد من هذه المشكلة أن تحسين جزء من الوثيقة من خلال هذين العنصرين قد يقابله تشويه في جزء آخر قد لا يكون مرئي أو واضح للمستخدم. هذه المشكلة تظهر بشكل جلي عند محاولة مسح الوثائق الملونة وتحويلها أثناء المسح إلى أبيض وأسود فقط. وللتغلب على هذا التأثير يمكن تحويل الوثيقة الملونة إلى أبيض وأسود عن طريق التصوير الضوئي، ومن ثم مسحها. ومما يجب الإشارة إليه كذلك أنه يمكن من خلال استخدام برامج نظم المعالجة الرقمية، التحكم والتعديل في أجزاء معينة ومختلفة من الخريطة أو الصورة التي تم مسحها وذلك فيما يخص هذين العنصرين أو العناصر الأخرى عموماً.

أجهزة المسح الضوئي وأنواعها:

بالرغم من أن هناك أنواع مختلفة من أجهزة المسح الضوئي، إلا أنها تتبع في تركيبها وفي عملها نفس المبدأ تقريبا. فنجد الماسح الضوئي المسطح Flat-bed Scanner على سبيل المثال، يتكون من: سطح زجاجي يتم وضع الوثيقة عليه؛ نظام مجموعة العدسات ومن ذلك الرأس الحساس للضوء؛ جهاز تحويل كثافة الضوء إلى قيم رقمية غالبا ما بين 0 إلى 255 ؛ ثم محرك لتحريك الرأس الحساس عبر الوثيقة في فاصل زمني منتظم.

وتأتي الماسحات الضوئية عموما في نوعين رئيسيين: إما لمعالجة الوثائق الملونة والوثائق ذات اللونين الأبيض والأسود معاً؛ أو للوثائق ذات اللونين الأبيض والأسود فقط. كذلك فإن أنواع أجهزة المسح الضوئي تتدرج من الأنواع اليدوية محدودة الغرض، إلى تلك الأنواع ذات الأحجام الكبيرة والدقة العالية والتي تستخدم في الأعمال الخرائطية وأعمال الإنتاج الفوتوغرافي المتخصصة التي تتطلب دقة عالية. وفيما يلي عرض موجز للأنواع الرئيسية، خصائصها وطريقة عملها ومدى ملاءمتها لمسح الخرائط وذلك نظرا لأهمية عملية المسح

الضوئي لمستخدمي نظم المعلومات الجغرافية والخرائط والجغرافيين عموما. هذا بالإضافة إلى كونها الأساس لعملية الأرقمة من على الشاشة وكذلك الأرقمة شبه الآلية.

١- الماسح الضوئي اليدوي أو المحمول Portable or Hand-held Scanner

على العكس من الأنواع الأخرى من الماسحات، يقوم مستخدم الماسح الضوئي بتحريكه يدويا على الوثيقة المراد مسحها وذلك في شكل قطاعات طولية متوازية لا يكاد يزيد عرض كل قطاع على ١٠ سم تقريبا. وبالتالي فإن تغطية هذا النوع من الماسحات الضوئية للوثائق الكبيرة واستخدامه معها محدود جداً ودقته منخفضة بسبب عدم ثبات اليد أثناء المسح. أما في حالة الاضطرار إلى مسح وثيقة كبيرة فإنه يتم مسحها في شكل قطاعات، ثم تجميعها فيما بعد في عملية تسمى (الموزايكنج Mosaicking) (أو الترقيع Stitching) باستخدام البرامج المتخصصة في معالجة الصور والتي غالبا ما تأتي مع جهاز المسح ذاته، كما يمكن أيضا الحصول عليها منفردة. مما سبق نجد أن العمل بهذا الماسح اليدوي مع الخرائط والصور تحديدا ليس أمرا سهلا ولا ينصح به إلا في حالات ضرورة قصوى على الرغم من أنه يستخدم بشكل أكبر لمسح النصوص. كذلك فإن هناك أنواع خاصة من هذا الماسح الضوئي اليدوي تستعمل بشكل دائم في المراكز والمحلات التجارية فيما يعرف بالبار كود Bar-code.

٢- الماسح الضوئي الأسطواني Drum Scanner:

يعد هذا النوع من أوائل الماسحات المتخصصة في مسح الخرائط الكبيرة حيث ظهرت في مراكز ومؤسسات إنتاج الخرائط والأعمال الفنية المتخصصة. تبدأ عملية المسح، عادة، من خلال لف الخريطة وتثبيتها على الأسطوانة التي تبدأ بالدوران تحت الرأس الماسح حتى يتم مسح كامل الخريطة. أما عن أحجام هذه الماسحات فتتباين حسب حجم الأسطوانة التي تثبت عليها، وبالتالي تؤثر في حجم الخريطة التي يمكن مسحها.

٣- الماسح الضوئي المسطح Flat-bed Scanner:

يمكن تشبيه هذا النوع من الماسحات بماكينات التصوير الضوئي من حيث الشكل والوظيفة. توضع الخريطة، عادة وجهها لأسفل، على اللوح الزجاجي ومن ثم يتحرك الرأس الماسح عبر الخريطة من أحد الأطراف إلى الطرف الآخر. أما الخريطة فتكون ثابتة على اللوح الزجاجي. أكثر أنواع هذا الماسح انتشارا يأتي في حجم A4 وحجم A3 وعادة ما تُستخدم للأعمال المكتبية والشخصية، كما أنها ملائمة جدا للخرائط

والصور ذات الحجم الصغير. ومن مميزات هذا النوع إمكانية المسح من الكتب والمجلات بالإضافة إلى المسح من الوثائق المفردة. أما عيوبه فيأتي على رأسها دقته المنخفضة نسبيا، وكذلك الصغر النسبي لحجم الوثائق التي يمكن مسحها. أما الأحجام الكبيرة من هذا النوع، فبالرغم من أن مواصفاتها عالية إلا أنها غالية الثمن وتأخذ حيزا كبيرا من المكان.

هذه الأنواع السابقة، خاصة النوع الأول والثاني، أصبح استخدامها لمسح الخرائط محدودا وكذلك انتشارها وحتى إنتاجها ليحل محلها نوع آخر من الماسحات هو Sheet-fed Scanner.

٤- الماسح الضوئي Sheet-fed Scanner:

هذا النوع يشبه أجهزة الفاكس من حيث العمل والتعامل مع الوثيقة حيث يتم تغذيته بالوثيقة في شكل ورقة مفردة Single Sheet تُدخل من أحد الأطراف ويتم سحبها أتوماتيكيا أثناء عملية المسح عبر الجهاز حتى تخرج من الطرف الآخر. في هذه الحالة تكون الوثيقة متحركة أما الرأس الماسح Scanning head فيكون ثابتا ومن هنا أتى الاسم Sheet-fed . هذا الجهاز بهذه الصفة، أي تعامله فقط مع الوثائق الورقية المفردة، لا يمكن بواسطته المسح من كتاب أو مجلة أو أطلس مباشرة. كذلك فإن سمك الوثيقة يجب أن يكون ملائما لأن الوثائق السميكة، وكذلك التي على وسيلة صلبة أو قاسية قد لا تسمح هيئتها للجهاز بسحبها لتمر من خلاله. أما بخصوص سمك الوثيقة فهناك من الأنواع التي قد تسمح بمسح وثائق على وسائل قد تصل سماكتها إلى ١٠ملم. أما عن أحجام هذا النوع فتتراوح ما بين الصغيرة التي تقبل وثائق بمقاسات A4 و A3 فقط، إلى الأنواع الكبيرة التي تقبل وثائق يصل عرضها إلى ٦٠ بوصة أي ما يعادل ١٥٠ سم تقريبا في حين يكون طول الوثيقة غالبا غير محدود. ومما تجدر الإشارة إليه أن هذه الأنواع الكبيرة يمكنها في نفس الوقت كذلك مسح الوثائق الصغيرة جدا. هذه الأنواع هي السائدة والآخذة في الإنتشار حاليا، حيث تتميز بكفاءتها العالية. كذلك، فبالرغم من إمكانية مسح الوثائق كبيرة الحجم، إلا أن حجمه الفعلي يمتد في بعد واحد (في اتجاه عرض الخريطة) بينما البعدين الآخرين (الارتفاع والعمق) هما أقل امتدادا مما يعني عدم استغلاله مساحة كبيرة من المعمل أو المكتب. وعلى سبيل المثال، فإن أبعاد الماسح الضوئي الذي يمكن أن يمسح وثائق بحجم A0 هي في حدود 140سم للعرض، 50 سم للعمق و 20 سم للارتفاع.

المسح الضوئي للخرائط والصور الجوية:

لقد لفتت عملية المسح الضوئي للخرائط والصور وكذلك الأجهزة المستخدمة إنتباه عدد من الباحثين فأجريت الدراسات التي ناقشت عملية المسح الضوئي وذلك بهدف اجراء الأرقمة من الشاشة على الوثائق المسوحة (Leberl and Olson, 1982)؛ وكذلك دراسة (Ehelrs, 1988)، التي أستعرضت بعض أنواع الماسحات فيما يتعلق بعلوم الخرائط والعلوم الأرضية وما تتطلبه هذه العلوم من ماسحات ذات خصائص معينة ودقة عالية. إضافة لذلك، فهناك الدراسات التي ناقشت خصائص الماسحات وكذلك نتائج المسح الضوئي ومن ذلك (Stevenson, 1992; Roos, 1993; Baltsavias and Waegli, 1996, Leachtenauer et al., 1996).

تتطلب الخرائط عموما والصور الجوية على وجه الخصوص نوعية من الماسحات ذات دقة هندسية Geometric Accuracy، ودرجة وضوح مكاني Spatial Resolution عالية وكذلك حجم كبير نسبيا. ومن العناصر التي يجب أخذها في الإعتبار عند تقييم الماسحات وأداءها ما أشار إليه (Seywald, 1996)، ومنها: الدقة الهندسية، والوضوح الهندسي أو المكاني، والوضوح الراديومتري، وإمكانية إعادة انتاج الألوان، والسرعة في المسح. هذه الماسحات بمثل هذه الخصائص تتصف بارتفاع أسعارها وبالتالي فلا يمتلكها إلا مراكز متخصصة. هذه المراكز عادة ما توفر خدمات المسح الضوئي للخرائط وذلك للجهات التي لا تمتلك هذه التقنية وكذلك للأفراد مقابل مبالغ معينة.

يمكن اعتبار المسح الضوئي أهم الوسائل المتاحة الآن لنقل الخرائط والصور والمصادر الخرائطية الأخرى إلى الهيئة الرقمية داخل الكمبيوتر. وتأتي أهمية المسح الضوئي لكونه وسيلة سريعة جدا ودقيقة خاصة اذا استخدمت ماسحات ذات كفاءة عالية، واتبعت معايير المسح الصحيحة، وكانت الوثيقة التي يتم مسحها ذات جودة نوعية مناسبة. كذلك فإن عملية المسح الضوئي لها أهمية حيث تستخدم لإدخال الخرائط إلى الكمبيوتر إما كمرحلة سابقة وضرورية لعملية الأرقمة على الشاشة أو لعملية الأرقمة شبه الآلية؛ أو لإدخال الخرائط لإستخدامها كخلفية للخرائط الخطية أو لإضافة بعض البيانات الحديثة عليها. من ناحية أخرى نجد أن المسح الضوئي من أنسب الطرق المستخدمة لأرقمة خطوط الكنتور، على سبيل المثال، خاصة عندما يتم مسح لوحة الكنتور (أي اللوحة الأصلية فقط بدون المعلومات الأخرى). وكما يتضح من السياق فإن هيئة الملفات الناتجة من عملية المسح الضوئي هي خلوية Raster، أي بدون أي تنظيم للظواهر التي تمثلها الصورة أو الخريطة، وبالتالي فإن تركيبة وبنائية البيانات هي فقط في مواقع الخلايا (عناصر الصورة)، بحيث أن الخطوط والمساحات

المقفلة Polygons غير محددة. لذا لا بد من القيام بالأرقمة على الشاشة أو الأرقمة شبه الآلية لإستخلاص المعلومات المطلوبة؛ أو التحويل إلى ملفات خطية Vector Files عن طريق البرامج التي تقوم أوتوماتيكياً بعملية التحويل من هيئة خلوية Raster إلى هيئة خطية Vectorوتعرف بـVectorization. بعد ذلك تتم عملية التصحيح وإضافة البيانات النصية إن تطلب الأمر.

الخاتمة والتوصيات:

تمثل البيانات المكانية على وجه الخصوص حجر الزاوية لاي نظام معلومات جغرافي، بل إن المشاكل المرتبطة بالبيانات ومن ذلك عدم توفرها تشكل أحد الأسباب التي قد تعوق أو تبطئ من انتشار ونجاح نظم المعلومات الجغرافية على مستوى الهيئات ومستوى الدول على حد سواء. ولذا فإن كل دول العالم تقريبا تعاني، بشكل أو بآخر، من مشاكل البيانات والمعلومات المكانية؛ وتزداد هذه المعاناة في الدول الأقل تقدما بسبب عدم توفر هذه البيانات أصلاً، أو توفرها ولكنها ليست متاحة، أو متاحة ولكن غير محدثّة. تتنوع وتتباين البيانات المكانية في مصادرها وخصائصها الأمر الذي يحتم على المستخدم لهذه البيانات أن يتنبه لكثير من الجوانب التي قد لا تكون واضحة، وما يرتبط بهذه البيانات من صعوبات ومشاكل. تشهد طرق جمع البيانات التقليدية تحولا واضحا إلى استخدام التقنية الرقمية، كما تشهد الوسائل ذاتها تقدما تكنولوجيا مستمرا ومثيرا كذلك. ولكن على الرغم من التوجه الحالي إلى جمع البيانات مباشرة في هيئة رقمية، وكذلك الإعتماد على صور الأقمار الصناعية كأحد أهم مصادر البيانات المكانية لنظم المعلومات الجغرافية الخاصة بدراسات الموارد الأرضية والدراسات البيئية، إلا أن القدر الأعظم من البيانات المكانية المتوفرة الآن هي في شكل خرائط ومصادر ورقية تستلزم تحويلها إلى هيئة رقمية قبل أن تكون ذات فائدة لأي استخدام في نظم المعلومات الجغرافية.

من هذا المنطلق حرصت هذه الدراسة على التطرق إلى موضوع البيانات من شقين رئيسين هما: البيانات ذاتها؛ ثم طرق تحويلها وإدخالها إلى الكمبيوتر. ففي الشق الأول، ناقشت هذه الدراسة مفهوم البيانات ومدى توفرها وأهميتها في تقدم وانتشار نظم المعلومات الجغرافية. كذلك تطرقت الدراسة إلى استعراض مصادر البيانات الجغرافية وخصائصها وأوضحت أن البيانات المكانية يمكن ان تجمع ويتم الحصول عليها عن طريق المساحة الأرضية، أو الصور الجوية والفضائية، أو الخرائط، أو ملفات البيانات الرقمية الجاهزة. كذلك فقد تم إيضاح كيفية تمثيل هذه البيانات داخل الكمبيوتر بهيئات وتراكيب معينة تسمح باستخدامها فيما بعد للعرض والتحليل والإستقصاء وإظهار النتائج وغير ذلك.

أما الشق الثاني فقد تناول طرق تحويل البيانات من هيئتها التناظرية إلى الهيئة الرقمية وإدخالها إلى الكمبيوتر عن طريق الأرقمة اليدوية والشبه آلية والآلية. هذا وقد ركزت الدراسة على الأرقمة اليدوية وعلى الأرقمة الآلية أو المسح الضوئي وأبرزت أهم الجوانب التقنية والفنية المرتبطة بهذه الطرق. وعلى هذا فقد تم إيضاح أهم جوانب الأرقمة اليدوية سواء باستخدام المرقمات أو باستخدام الشاشة؛ إضافة إلى الأرقمة شبه الآلية والتي يقوم بها الجهاز أو البرنامج تحت إشراف ومراقبة المستخدم أو المشغل. كذلك فقد تم مناقشة جوانب المسح الضوئي وأهميته حيث أستعرضت الدراسة الأنواع العامة للماسحات الضوئية وكذلك بعض المفاهيم والجوانب الفنية الخاصة بعملية المسح الضوئي. كما أكدت الدراسة أيضاً على أهمية الإلمام بكافة جوانب عملية المسح من قبل الجغرافيين والمهتمين بعلوم الأرض فضلا عن الفنيين والمتخصصين في علوم المعلومات الجغرافية Geographic Information Sciences.

وعلى هذا فقد أظهرت هذه الدراسة عددا من النتائج والتوصيات يمكن عرضها فيما يلي:

- يتضح عدم الإهتمام بابراز دور البيانات المكانية وبيان مدى أهميتها وذلك من خلال عدم وجود الدراسات العربية في هذا الجانب، وبالتالي فإن البيانات غير متوفرة أو غير متاحة بالشكل المطلوب في كثير من البلدان.
- قلة أو انعدام الدراسات العربية التي تناقش المفاهيم والجوانب التقنية المتعلقة بنظم المعلومات الجغرافية بالرغم من وجود كثير من الأبحاث التي تركز على مناقشة تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية.
- بينت الدراسة بعض من جوانب التقدم المذهل والمستمر في تقنيات جمع البيانات عن طريق الأقمار الصناعية والطرق الأرضية الأخرى.
- أوضحت الدراسة أن جمع البيانات أصبح، إلى حد كبير، يتم بالطريقة الرقمية منذ البداية مع التركيز على الوسائل والتقنيات المتنقلة.
- أظهرت الدراسة أن هناك تناقصا في استخدام الأرقمة عن طريق المرقمات كوسيلة لإدخال البيانات حيث ظهرت الأرقمة باستخدام الشاشة كمنافس قوي، ولكن هذا لا يلغي دور الأرقمة باستخدام المرقمات بشكل مطلق تماما.
- أوضحت الدراسة كذلك أن الأرقمة شبه الألية، بالرغم من نجاحها مع الخرائط، غير صالحة مع كل المصادر الأخرى مثل الصور الفضائية والجوية.
- بالرغم من الكم الهائل من الأبحاث المتعلقة بالأرقمة الأوتوماتيكية الكاملة (خاصة التي تستخلص الظواهر من الصور) إلا أنها لا زالت في مرحلة البحث العلمي و لم تدخل الحيز العملي بعد.

- في حين نجد الدول المتقدمة خرائطيا قد تجاوزت مرحلة تحويل البيانات من الهيئة التناظرية إلى الهيئة الرقمية، إلا ان الوضع في الدول العربية، خصوصا، سيعتمد إلى مدى بعيد على التحويل الرقمي من هذه المصادر لأسباب عديدة منها التأخر التقني، و عدم وفرة وإتاحة البيانات في شكل رقمي.
- ظهر من خلال البحث أن هناك تبايناً كبيراً في ترجمة المصطلحات العلمية التقنية.

وإنطلاقاً من هذه النتائج يمكن إيراد عدد من التوصيات تتلخص في:

- تشجيع البحوث العربية التي تتناول جوانب التقنيات المتعلقة بعلوم المعلومات الجغرافية، وذلك لتقديمها للقارئ العربي في أسلوب علمي رصين.
- التوسع والتنوع في الدراسات والأبحاث المتعلقة بكافة جوانب نظم المعلومات الجغرافية وعدم حصرها في تطبيقات هذه النظم.
- الإهتمام بإبراز أهمية البيانات المكانية، والتأكيد على إظهار خصائصها ودورها في نجاح نظم المعلومات.
- السعي إلى ترجمة المصطلحات الفنية والتقنية، وتوحيد الجهود في هذا الخصوص.
- الحث على توفير البيانات المكانية الحديثة للباحثين والمستخدمين، وذلك في هيئة رقمية وبمقاييس مناسبة.

المراجع الأجنبية:

Armenakis, C. and M. Regan (1997). "Database and Map Revision from Digital Orthophotos." Geomatic Info Magazine **Vol. 11, No. 3**: 20-27 pp.

Armenakis, C. (1998). "Digital Photogrammetric Activities at CTI, Geomatics Canada: Geoinformation from Images." Photogrammetric Engineering and Remote Sensing: 1147-1149.

Aronoff, S. (1989). Geographic Information Systems: A Management Perspective. Ottawa, Ontario, Canada, WDL Publication.

Baltsavias, E. P. and B. Wagli (1996). Quality Analysis and Calibration of DTP Scanners. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vienna.

Bernhardsen, T. (1992). Geographic Information Systems, Viak IT and Norwegian Mapping Authority.

Burrough, P. A. and R. A. McDonnell (1998). Principles of Geographical

م / ٤

Information Systems. Oxford, Oxford University Press.

Clarke, K. C. (1997). Getting Started with Geographic Information Systems. New Jersey, Prentice Hall.

Creaf-Miramon (2000). "On-Screen Digitizing Versus Digitizer Tablets." http://www.creaf.uab.es/miramon/new_note/notes/tablescr.htm **Accessed December 2001**.

Curtis, M. and C. Bowler (1994). "Pen Computers at Work in Ordnance Survey." Geodetical Info Magazine (GIM International) (November): 24-27pp.

DeMers, M. N. (1997). Fundamentals of Geographic Information Systems, John Wiley & Sons, Inc.

Dorling, D. and D. Fairbairn (1997). Mapping: Ways of Representing the World. England, Addison Wesley Longman Limited.

Dowman, I. (1996). Fundamentals of Digital Photogrammetry. In: K. B. Atkinson (Eds). Close Range Photogrammetry and Machine Vision, Whittles Publishing.

Ehlers, M. (1986). "Large Format Raster Scanners for the Geoscinces." International Yearbook of Cartography **XXVI**: 37-49.

Giovachino, D. (1992). Graphic Digitizer Accuracy. ASPRS/ACSM/RT92 Technical Papers, Washington, D.C.

Grelot, J.-P. (1988). "Data Models and Data Structures." International Yearbook of Cartography **XXVIII**: 213-219.

Gruen, A. (1996). Development of Digital Methodology and Systems. In: K. B. Atkinson (Eds). Close Range Photogrammetry and Machine Vision, Whittles Publishing.

Heipke, C. (1995). "State-of-the-Art of Digital Photogrammetric Workstations for Topographic Applications." Photogrammetric Engineering & Remote Sensing **61**(1): 49-56.

Heywood, I., S. Cornelius, S. Carver (1998). An Introduction to Geographical Information Systems, Adison Wesley Longman Limited.

João, E. M. (1998). Caused and Consequences of Map Generalization, Taylor and Francis Ltd.

Keefer, B. J., J. L. Smith, T. G. Gregoire (1991). "Modeling and Evaluating the Effects of Stream Mode Digitizing Errors on Map Variables." Photogrammetric Engineering and Remote Sensing **57**(7): 957-963.

Kraak, M. and F. Ormeling (1996). Cartography: Visualisation of Spatial Data. Halow, Longman.

Leachtenauer, J., K. Daniel, T. Vogl (1996). Preliminary comparison of digitizer quality metrics. The Second International Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition, San Francisco, California.

Leberl, F. and D. Olson (1982). "Raster Scanning for Operational Digitizing of Graphical Data." Photogrammetric Engineering and Remote Sensing **48**: 615-627.

Lee, Y. C. (1991). Cartographic Data Capture and Storage. In: D. R. F. Taylor (Eds). Geographic Information Systems: The Microcomputer and Modern Cartography, Pergamon Press.

Morrison, J. L. (1993). Spatial Data Quality Standards: A Necessity for Effective use of Digital Cartographic Databases. Eighth United Nations Regional Cartographic Conference for Africa, Addis Ababa, Ethiopia.

Novak, K. (1995). "Mobile Mapping Technology for GIS Data Collection." Photogrammetric Engineering & Remote Sensing **61**(5): 493-501.

Peled, A. (1993). Change Detection - First Step Toward Automatic Updating. Proceedings of the Annual Convention and Exposition: Technical Papers, New Orleans.

Petrie, G. (1990). Digital Mapping Technology: Procedures and Applications. In: T. J. M. Kennie and G. Petrie (Eds.). Engineering Surveying Technology, Blackie and Son Ltd. UK.

Petrie, G. (1992). "Trends in analytical instrumentation." ITC journal 1992-4: 364-383.

Ramirez, J. R. (1996). "Generating Information from Scanning Ohio Maps

(GISOM): The Conversion of 7.5-Minute Quadrangles to DLG-3 Files for the State of Ohio." Surveying and Land Information Systems **56**(3): 142-133.

Robinson, A., J. Morrison, P.Muehrcke, A. Kimerling, S. Guptill (1995). Elements of Cartography. Chichester, John wiley.

Roos, M. (1993). The Image Digitizing System (IDS). Proceedings of the Annual Convention and Exposition: Technical Papers, New Orleans.

Seywald, R. (1996). On the Automated Assessment of Geometric Scanner Accuracy. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vienna.

Stevenson, P. J. (1992). Expectation and Pitfalls in Large Format Scanning of Cartographic Documents. ASPRS/ACSM/RT92 Technical Papers, Washington, D.C.

Thapa, K. and J. Bossler (1992). "Accuracy of Spatial Data Used in Geographic Information Systems." Photogrammetric Engineering and Remote Sensing **Vol. 58**(No. 6): pp. 835-841.

Vincent, G. N. and I. Logan (1996). "Ordnance Survey Policy and Practical Implications for the Revision of Rural Mapping." Photogrammetric Record **15**(88): 503-517.

Wakefield, M. (1994). "Correct to Date - and on Screen." Geodetical Info Magazine **Vol. 8, No. 6**: 39-41 pp.

Walker, A. S. (1984). "A Review of Map Revision by Photogrammetry." Photogrammetric Record **11**(64): 395-405.

Walker, A. S. (1995). "Analogue, Analytical and Digital Photogrammetric Workstations: Practical Investigations of Performance." Photogrammetric Record **15**(85): 17-25.

ملحـــوظه:

قُيِّم هذا البحث لتقرير مدى صلاحيته للإلقاء في هذه الندوة، وصور كما ورد من الباحث. وسيخضع لتحكيم علمي في حال إختيارة للنشر في كتاب الندوة.